Prof. Ing. Franjo Brozović

Izgradnja puteva u Čehoslovačkoj Republici

obzirom na razvoj automobilizma i primjena na naše prilike



ZAGREB 1937

30 din

Majnarić
III. raz. a. o. o
Zagreb.

Prof. Ing. Franjo Brozović

Izgradnja puteva
u Čehoslovačkoj Republici

obzirom na razvoj automobili-
zma i primjena na naše prilike

ZAGREB 1937

Preštampano iz „Građevinskog vjesnika" godina 1936

JUGOSLOVENSKA ŠTAMPA D. D., ZAGREB

PREDGOVOR

Na Prvom Slavenskom kongresu za puteve u Pragu, održavanom od 19 do 25 jula 1935, upoznao sam savremenu izgradnju puteva u ČSR obzirom na razvoj automobilizma u zadnjih 10 godina.

U Udruženju Jugoslovenskih inženjera i arhitekata, sekcija Zagreb, održao sam tri predavanja o tome problemu, uz primjenu na naše prilike.

Kako je izgradnja modernih kolnika za automobilski promet za naše prilike naročiti studij, to izdajem ovu publikaciju da ona bude impuls za ispravnu orijentaciju u izgradnji savremenih kolnika kod nas.

Sa tehničkog stanovišta, treba upotrebiti stečena iskustva kod izgradnje modernih cesta u stranim državama, uz princip da gradimo ceste domaćim materijalom i domaćom radnom snagom.

Osnutkom Fonda za ceste, koga ima zajamčiti i osigurati Zakon o putnim fondovima, stvorit ćemo mogućnost izgradnje naših cesta, o čemu ovisi napredak našega automobilnog prometa i napredak našeg turizma.

Na ovom mjestu zahvaljujem se gospodinu ing. Karlu Miši, tehničkom savjetniku ministarstva građevina u Pragu, koji mi je dao na raspolaganje nekoje filmove i slike.

U Zagrebu, mjeseca decembra 1936.

Prof. ing. **Franjo Brozović**
ovlašteni građevinski inženjer

UVOD

Govoriti o cestama, znači dirnuti u pitanje, koje duboko zasjeca u naše ekonomske, financijalne, a naročito u prometne prilike, ali je skrajni čas da se o tome progovori.

Za vrijeme svjetskoga rata stradali su svi prometni putovi, a ponajviše ceste, koje su u ratnom području uništene, a u zaleđu tako zapuštene, da nam je u sedamnaest godina jedva uspjelo da se zaustavi njihovo propadanje. Većina naših cesta, bile one državne, banovinske ili općinske, u glavnom su pošljunčene ceste sa podlogom od kamena lomljenjaka ili su to makadam-ceste. Poznato je, kako je izvanredno velika svota potrebna za valjano uzdržavanje tih cesta.

Ova činjenica znači nemogućnost ekonomije naših cesta, jer što je cesta lošija, to je potreban veći izdatak za njeno uzdržavanje. Kod dobro i solidno izvedene ceste je trošak uzdržavanja minimalan.

Razvojem automobilizma došlo je pitanje cesta u sasvim nov stadij. Auto je pojačao na cestama transport ne samo osobni nego i teretni, pa je prema tome upliv auta na cijeli gospodarski život isto tako važan, kako je bio od otsudne važnosti, prije sto godina pronalazak željeznice. Nepovjerenje u problem razvoja željeznica dosta je dugo trajalo, ali razvoj auto-prometa i auto-cesta primljen je u svim državama realnim pogledom, obzirom na ogromnu korist u narodnom gospodarstvu. Za razvoj željeznica morale su se izgrađivati nove trase, a za razvoj automobilizma postoji već cestovna mreža, koju treba možda samo nadopuniti i provesti rekonstrukciju gornjeg stroja tj. kolnika, da zadovolji uvjetima auto-prometa. Prilagođivanje šljunčane i povaljane ceste auto-prometu zahtijevalo je dosta opsežan studij.

Kod auto-prometa iskorišćuje se velika brzina od 60—80 km na sat za prenošenje velike količine tereta, a posljedica je veliko deranje pošljunčenih cesta, uslijed velike centrifugalne sile na obodu kotača i jakog djelovanja sile prionivosti. Uzdržavanje ovih pošljunčenih cesta kod takovog prometa je vrlo skupo, a s higijenskog stanovišta nas oni oblaci prašine najviše sile na ispravno rješavanje toga problema, obzirom na razvoj auto-prometa; kod toga se ne smije zaboraviti, da se na našim cestama promet ipak obavlja najvećim dijelom teglećom marvom.

Obzirom na veličinu saobraćaja na nekoj cesti, razlikujemo tri načina izgradnje gornjeg stroja ili kolnika i to: kolnik za laki, srednji i teški promet; to bi donekle odgovaralo uporedo pojmu gradacije općinske, banovinske i državne ceste.

Kako ima biti izgrađena koja cesta ne zavisi od kategorije ceste, nego od veličine prometa, koji se odvaja na nekom potezu i od vrsti prometala. Inženjer treba prema tome, na temelju statistike prometa, odrediti koja se vrsta ceste imade izvesti na kojem potezu.

STATISTIKA PROMETA

Još prije razvoja automobilizma u Njemačkoj, Francuskoj i Engleskoj, vodila se statistika prometa na cestama. Taj se je rad obavljao na temelju različitih principa. Razvojem automobilizma osjetila se potreba da se statistika prometa provede po određenim principima, zbog ispravnog uređenja cestâ.

Budući da su neke ceste u pojedinim državama postale linije za međunarodni auto-promet to je Internacionalni kongres za puteve u Milanu 1926 zaključio, da se statistika prometa (brojenje prometa i tereta) provede na zajedničkim principima, koje je ustanovio posebni odbor godine 1927. Tako je primjerice godine 1929 izdalo u Č. S. R. ministarstvo javnih radova, propise za statistiku prometa, pa je te godine (1929—1930) provedena prva statistika javnog prometa u Č. S. R.

Na temelju statistike prometa i na razvoju automobilizma treba urediti našu cestovnu mrežu u tom smislu, da odgovara za auto-promet i ujedno za promet teglećom marvom.

Smjernice rješenja problema cestogradnja obzirom na razvoj automobilizma pokazane su na internacionalnim kongresima za puteve. Slavenske države kao Čehoslovačka, Jugoslavija, Poljska i Bugarska, koje su tek nakon svjetskog rata dobile svoju slobodu, ne mogu ići u izgradnji cestâ uporedo sa velikim državama kao što su Amerika, Francuska, Njemačka i Italija. Naš je problem teži i kompliciraniji. Mi smo tek u početku rada na polju transportne politike i zato treba da taj rad provodimo od početka.

Kako su gospodarske, financijalne a i geografske prilike slavenskih država prilično jednake, to će djelovanje I. Slavenskog kongresa za puteve, održanog u Pragu 1935, biti za nas korisno i plodonosno.

Ukratko ću prikazati što smo korisna vidjeli na I. Slavenskom kongresu u Pragu, čime se mi možemo koristiti i kako treba da primijenimo iskustva stečena u drugim naprednim državama.

Nas svakako zanima:

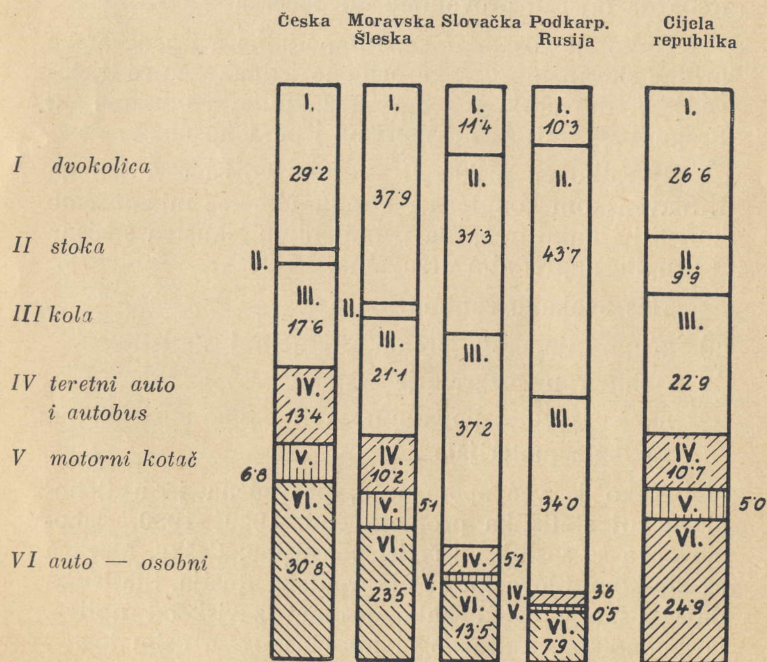
a) grupiranje cestâ prema prometnoj statistici;
b) financiranje izgradnje cestâ;
c) način izvedbe pojedinih vrsti cestâ, obzirom na različite materijale.

Kako je već spomenuto, provedena je u Čehoslovačkoj statistika prometa god. 1929—1930. Čehoslovačka se sastoji od četiri pokrajine: Češka, Morava sa Šleskom, Slovačka i Potkarpatska Rusija. Statistika daje jasan pregled kako promet zavisi od upliva, gospodarskog, kulturnog i imovinskog, a osim toga i od geografskog položaja. Dijagram (sl. 1) pokazuje percentualni omjer različitih prometala kroz 24 sata

po broju, a dijagram (sl. 2.) po težini. Iz dijagrama sl. 2. vidi se, da je cjelokupni promet po težini, u Čehoslovačkoj veći motornim vozilima nego kolima.

S t a t i s t i k a b r o j e n j a provodila se 38 dana u godini i to 28 dnevnih i 10 noćnih brojenja, razdijeljeno na četiri grupe prema godišnjim dobama. Težina pojedinih prometala uzeta je po iskustvu i to:

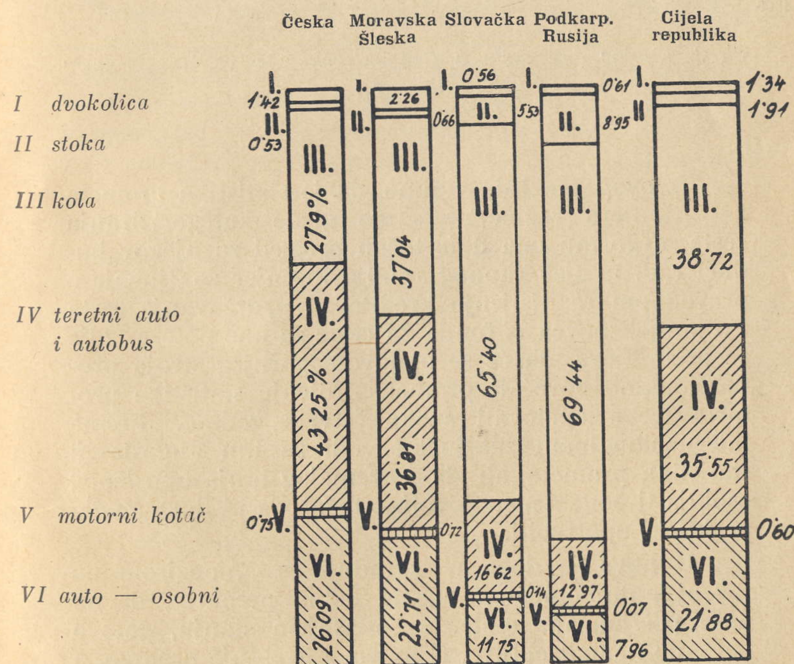
težina kola s jednim konjem . 1 t,
težina kola s dva konja . . . . 2 t,
teretni auto . . . . 3 t.



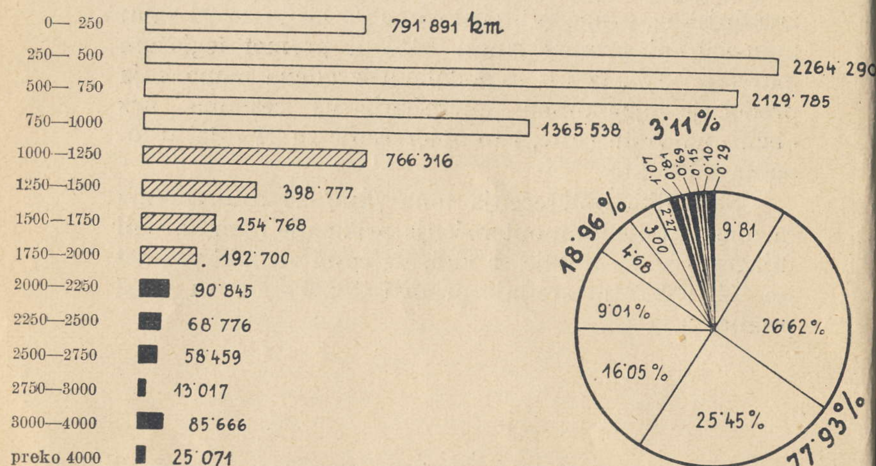
Sl. 1. Percentualni promet za 24 h po broju vozila.

Zanimiv je omjer između prometa motoriziranog i životinjskog, označen u postocima po broju za 24 sata: motorizirani promet iznosi 64% a promet teglećom marvom 36%. Iz tih je podataka izrađena mapa koja predočuje cjelokupno opterećenje na cestama, bez obzira na vrstu ceste, i to opterećenje za 24 sata, u tonama na 1 km.

Statistika opterećenja tona /km/ 24 sata, prema dužinama pojedinih opterećenja prikazuje nam okrugli dijagram slike 3, gdje se vidi, da cesta za laki promet ima 77,93%, za srednji promet 18,96%, a za teški promet 3,11%.



Sl. 2. Percentualni promet za 24 h po težini vozila.



Sl. 3. Dužine drž. cesta u Čehoslovačkoj po veličini prometa t/km/24 h

Iz ovog pregleda vidimo, da je statistika prometa za inženjera važna ne samo glede kategoriziranja cesta, nego mu ona daje točan pregled za njegov budući rad. Iz cjelokupnog studija inženjer zaključuje o pravednom razdjeljenju kredita za uzdržavanje cesta i o podjeli novca iz fonda za ceste za one poteze, gdje se predmijeva, da će se obnovom gornjeg stroja proporcionalno povećati promet. Brojenje statistike prometa treba opetovati svake četvrte godine. Prema internacionalnom zaključku vodi se i u Jugoslaviji statistika prometa, ali zbog premalog broja uposlenog osoblja ti podaci nisu dovoljno točni, da bi ih se moglo praktički upotrebiti.

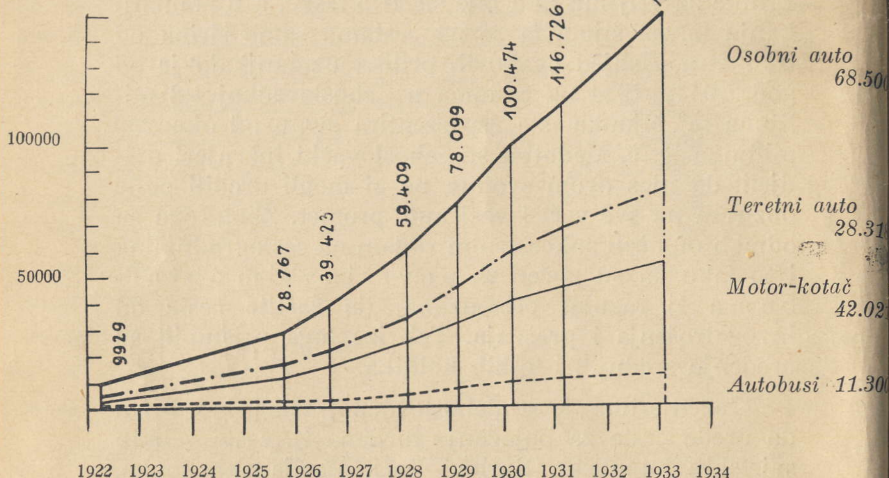
U novo je doba u izgradnji cesta, obzirom na razvoj automobilizma nastao takav preokret, da su naše pošljunčane ceste, u sadašnjem stanju, gotovo potpuno neupotrebljive. Njihovo je trošenje prebrzo, a uzdržavanje preskupo, a zbog toga su postale nerentabilne.

U Čehoslovačkoj je bilo do godine 1920 pošljunčanih valjanih cesta oko 97% a taracanih samo 3%. Prilike za vrijeme rata bile su vrlo teške, a u pomanjkanju novca šljunčila se na cestama samo širina od tri metra. Uslijed ovakovih prilika uzmanjkalo je od god. 1914—1924 na cestama u Čehoslovačkoj 1,8 milijuna m^3 šljunka, što reprezentira svotu od oko 200 milijuna K. č. Međutim su čehoslovački inženjeri uvidjeli, da ni s ovom svotom ne bi mogli urediti ceste obzirom na sve veći i veći auto-promet. Zbog toga su odmah otpočeli sukcesivnim radom na cestogradnjama i to tako da su počeli sa površinskim obradbama tj. raznim premazima, da zaštite ceste od brzog trošenja i prašenja. Tek iza toga pristupili su uređenju srednjih i teških kolnika.

Inženjerima je u Čehoslovačkoj bila prva briga da urede ceste za pojačanje turizma tj. ceste velikih svjetskih kupališta (Karlovi Vari, Marijanske kupke, Františkove kupke, Joahim) i njihov spoj sa gradom Pragom. Za ovo je uređenje votirala država u godini 1924 svotu od 15 milijuna K. č. Godine 1925 učinjeni su prvi pokusi taracanja cestâ sitnom kockom. Iste su godine pravljeni pokusi sa betonskim cestama, cementmakadamom te raznim katranskim premazima.

Odmah slijedeće godine 1925 votirala je država 30 milijuna K. č. za izgradnju cesta, koje idu radijalno od glavnoga grada Praga. U te prve dvije godine bilo je u Čehoslovačkoj 200 km dobro uvaljanih cesta, 17 km taracanih cesta, a 100 km površinske obradbe na slobodnom potezu. U isto razdoblje pada i prvi pokus u izgradnji cesta za teški promet.

Treće godine rada (1926) osjetila se velika potreba da se urede ceste za auto-promet, koji se povećavao iz dana u dan. Prema naglom porastu broja motornih vozila bilo je potrebno brzo napredovanje u izgradnji cesta, pa je izrađen program rada za 10 godina unaprijed. Iz slike 4 vidi se nagli porast motornih vozila po broju; od godine 1922 porasao je broj motornih vozila sa 9.929 kom. do godine 1935 na 150.139



Sl. 4. Porast motornih vozila u Čehoslovačkoj.

komada. U Jugoslaviji ima danas 14.173 motorna vozila; taj je broj postojao u Čehoslovačkoj kada su počeli sa obnovom svojih cesta.

Za izvršenje radova po ovom programu nije država mogla iz svojih prihoda namaknuti potrebnu svotu. Zbog toga dolazi u Čehoslovačkoj do nove epohe rada na cestogradnjama. 1 X 1927 stvara se zakon o fondu za puteve. Kako se rad na obnovi cestâ, obzirom na nagli porast auto-prometa, morao brzo svladati to je u Ministarstvu javnih radova ustrojen poseban otsjek za gradnju mostova i cesta, koji je razdijeljen u 7 odjela:

1. uzdržavanje državnih cesta;
2. novogradnje i rekonstrukcije državnih cesta;
3. novogradnje i rekonstrukcije nedržavnih cesta;
4. novogradnje i rekonstrukcije državnih mostova;
5. novogradnje i rekonstrukcije nedržavnih mostova;

6. odio za savremeno uzdržavanje gornjeg stroja državnih cesta;
7. odio za savremeno uzdržavanje gornjeg stroja nedržavnih cesta.

Po tome se vidi da su ceste u Čehoslovačkoj razdijeljene u državne i nedržavne, koje se opet dalje dijele na zemaljske, sreske i vicinalne. U Čehoslovačkoj imade 69.392,6 km uređenih cesta. Jugoslavija ima u upotrebi 33.336 km, Bugarska 16.200 km, a Poljska ima upotrebljivih 44.500 km.

FINANCIRANJE CESTA

Djelovanjem fonda za puteve proveli su inženjeri u Čehoslovačkoj u ovo 8 godina, obnovu cesta za motorni promet u 56% od cijele cestovne mreže.

Kako mi u Jugoslaviji nakon 17 godina iza rata nemamo točnih podataka o cestama a prema tome nemamo izrađenog točnog plana za obnovu cijele naše cestovne mreže, bit će zanimljivo da vidimo što je to fond za puteve u Č. S. R. i otkuda novac za taj fond.

U Fond za puteve sabiru se ovi prihodi (podaci za godinu 1934):

1.	Paušalni porez na motorna kola, koji iznosi u god. 1934	K. č.	68,434.129.—
2.	Taksa za osobna putovanja autobusima (iznosi 20—30% od vozne karte) što iznosi ukupno	K. č.	12,722.543.—
3.	Polovica carine na uvoz na mineralna ulja	K. č.	32,872.107.—
4.	Carina na uvoz pneumatika i punih guma	K. č.	4,366.467.—
5.	70% od poreza na upotrebljeno mineralno ulje	K. č.	104,530.027.—
6.	70% od poreza na potrošak špirita	K. č.	14,311.379.—
7.	Kamati i razno	K. č.	948.271.—
	Ukupno	K. č.	238,184.923.—

TABELA I. ISKAZ REDOVITIH PRIHODA FONDA ZA PUTEVE OD 1927—34.

PRIHODI U K. Č.	1927	1928	1929	1530	1931	1932	1933	1934	UKUPNO
1. Paušalni porez na auta	18,142.902	74,966.000	78,905.614	88,588.701	73,984.641	70,103.183	66,585.294	68,434.129	539,710.463
2. Taksa za putovanja autobusom	526.641	5,713.667	8,479.225	9,735.541	11,769.406	15,617.518	13,577.483	12,722.543	78,142.016
3. Polovica uplate za dozvolu uvoza mineralnih ulja	5,078.672	23,942.906	28,430.502	34,142.370	31,327.472	33,331.970	12,667.247	—	109,421.139
4. Polovica carine na uvoz mineralnih ulja	3,415.594	13,396.369	14,328.327	10,885.249	10,728.441	9,038.196	21,238.791	32,872.107	115,903.045
5. Carina na uvoz pneumatičkih i punih guma	4,063.890	23,623.744	28.071.988	33,504.381	30,858.442	25,179.700	11,115.620	4,366.467	160,784.262
6. 70% od poreza na upotrebljeno mineralno ulje	—	—	—	—	76,478.150	129,701.665	103,869.494	104,530.027	414,579.335
7. 70% od poreza na potrošak špiritusa .	—	—	—	—	—	5,863.611	14,376.131	14,310.379	34,551.121
Ukupno . . . . % od uložaka i razno	31,727.699 —	141,642.716 —	158,215.656 2,975.529	176,856.242 2,549.290	235,146.522 34.489	288,835.843 146.173	243,430.060 416.126	237,236.652 948.271	1,,513,091.391 7,069.878
	31,727.699	141,642.716	161,191.185	179,405.532	235,181.011	288,982.016	243,846.181	238,184.923	1,,520,161.269

TABELA II. GRADNJA, REKONSTRUKCIJA I UZDRŽAVANJE DRŽ. CESTA OD 1928—34

	1928		1929		1930		1931		1932		1933		1934		Opaska	
	Izdatak	Pokriće	Izdatak	Pokriće	Izdatak	Pokriće	Izdatak	Pokriće	Izdatak	Pokriće	Izdatak	Pokriće	Izdatak	Pokriće	Izdatak za	Pokriće iz kredita
	u milijunima K č.															
Iz proračuna fonda za puteve	106,4	100,000	188,8	140,000	214,4	140,000	400,0	140,000	235,0	150,000	225,9	100,000	141,5	100,000	Uređenje drž. cesta	Zajam u središnjem uredu za osiguranje
	7,0	21,053	13,9	74,958	22,2	108,660	21,9	50,447	15,5	68,517	18,8	149,097	12,3	63,643	Doprinos općina	Prihodi fonda za ceste
	0,1	—	0,9	—	2,2	—	6,1	257,408	12,5	39,221	4,2	—	8,4	—	Rekonstrukcije	Državni zajam
	7,5	—	13,3	—	9,8	—	19,8	—	6,9	12,250	3,9	3,726	3,8	2,046	Razno	Dobitak od ratnog zajma
Ukupno	121,053		214,958		248,660		447,855		269,988		252,823		165,689			
Iz državnog proračuna	70,2	53,384	73,2	51,825	70,7	55,953	71,2	57,721	98,2	49,581	82,0	25,554	72,0	31,506	Uzdržavanje drž. cesta i mostova	Iz državnih prihoda
	30,8	47,668	31,1	52,497	37,2	51,991	39,0	52,511	30,2	78,878	13,8	70,320	13,8	54,330	Gradnja i rekonstr. drž. cesta i mostova	Iz fonda za puteve
Ukupno	101,052		104,322		107,944		110,232		128,459		95,874		85,836			
Sveukupno	222,105		319.280		356,604		558,087		398,447		348,697		251,525			

Iz tabelarnog pregleda vidi se da je prve godine (1928) unišlo u fond za puteve Kč. 141,642.716.—; ta je svota svake godine rasla, a god. 1932 iznosila je Kč. 288,982.016.—. Uslijed svjetske krize se ovi prihodi snizuju pa iznose god. 1934 Kč. 238,184.923.—. (Vidi tabela I.)

Izgradnja cestâ tj. rekonstrukcije, novogradnje i uzdržavanje cestâ izvodi se u Čehoslovačkoj iz ovih prihoda:

a) Iz državnih prihoda;
b) iz fonda za puteve;
c) iz zajmova od Središnjeg osiguravajućeg društva, koji iznosi godišnje 100—140 milijuna Kč.;
d) iz državnog investicionog zajma, koji iznosi oko 300 milijuna Kč. godišnje.

Prema svemu ovome troši se iz fonda za puteve:

a) na kamate i amortizaciju zajmova;
b) za rekonstrukciju državnih puteva i mostova;
c) na popravak nedržavnih cesta sa iznosom od oko 100 milijuna godišnje.

Šematski pregled financiranja: novogradnja, rekonstrukcija i uzdržavanja državnih cesta prikazan je u tabeli II.

Ispod crte A—B je: gradnja, rekonstrukcija i uzdržavanje cestâ iz državnih prihoda, a nad crtom iz fonda za ceste. Iz ove tabele vidimo, da se u Čehoslovačkoj izdaje godišnje na državne ceste prosječno oko 350 milijuna Kč., a mreža državnih cesta u Čehoslovačkoj iznosi od prilike isto kao i u Jugoslaviji tj. 8656,5 km.

Koncem godine 1934 bilo je uređenih državnih cesta 61% a 39% se uzdržava popravljanjem. Na uređenje cesta dolazi po 1 km oko Kč. 66.590.—. Za izgradnju, rekonstrukciju i uzdržavanje nedržavnih cesta, prije osnutka fonda za ceste, plaćale su općine oko 150% nameta. Osnutkom fonda za ceste nastalo je znatno olakšanje.

Za nedržavne ceste, kojih ima oko 58.368 km, troši se: iz fonda za puteve, oko 100 milijuna godišnje; zatim iz državnih prihoda, iz prihoda upravnih jedinica (samouprava). Doprinos upravnih jedinica ili samouprava iznosi približno 100 milijuna Kč. godišnje. Prema tom je ukupni izdatak za nedržavne ceste oko 200 milijuna Kč.

Sveukupni izdatak, za sve ceste u Čehoslovačkoj, iznosi godišnje oko 550 milijuna Kč. (oko 1 milijarda dinara), a ta brojka jasno izražava gospodarsku snagu Čehoslovačke.

Cestovna mreža nedržavnih puteva bila je rastrgana. Da se taj manjak ukloni i postigne potrebna povezanost pojedinih puteva, izgrađeno je do god. 1934 oko 3453 km novih nedržavnih cesta (1 km novogradnje tih cesta sa 6 m širine stajao je 159.100 Kč.).

Vrijedno je spomenuti da je do god. 1934 bilo od uređenih cesta:

a)	vâljanih	1.610 km
b)	sa površinskom obradbom	710 km
c)	srednjih cesta	557 km
d)	taracanih cesta	625 km
e)	teških cesta	110 km.

Do proljeća 1935 uređeno je u svemu 4.288 km nedržavnih cesta sa troškom od 1.083,251.000 Kč., novo izgrađeno nedržavnih cesta 3453 km, te uređeno državnih cesta 5226 km; dakle sveukupno 12.997 km cestâ sa ukupnim troškom od 4 milijarde 87,286.422 Kč.

Ovakovom velikom djelatnošću u izgradnji cesta odgojen je u Čehoslovačkoj cijeli niz poduzetnika za cestogradnje. Čim je osnovan fond za puteve, koji zajamčuje sigurnost u izgradnji cesta, osnovale su Škodine tvornice društvo Konstruktiva s kapitalom od 10 milijuna Kč. i inventarom od 20 milijuna Kč.

Cestovna mreža se tako izgrađivala, da su se pošljunčene i povâljane stare ceste rekonstruirale i uredile. God. 1920 bilo je pošljunčanih i povaljanih cestâ oko 97% od cjelokupne cestovne mreže, a postepenom izgradnjom i uređenjem snizivao se je taj postotak tako da ih god. 1933 imade još samo 36%. Srednjih i teških cesta, bilo je god. 1929 samo 10% a taj se postotak povećao na 49% do god. 1933.

U cijeloj izgradnji cestovne mreže u Čehoslovačkoj proveden je princip, da su vâljane ceste priprema za definitivno uređenje srednje ili teške ceste. Gdje je cesta bila jako uništena, gdje je trebalo mijenjati niveletu, izgrađena je rađe odmah cesta za srednji promet, nego vâljana cesta s površinskom obradbom, jer je to bilo ekonomičnije; ili na pr. tamo, gdje je cesta bila tako razrovana da bi trebalo obnoviti temelje ceste, tu se trebalo rađe odlučiti na novu cestu (na pr. betonsku cestu od dva sloja, koja će kasnije moći poslužiti kao podloga za koji asfaltni sloj).

Svake se godine izrađivao program rada i potreban proračun.

Svi dijelovi cesta kroz sela i mjesta su taracani, jer u Čehoslovačkoj ima odličnog kamena. Ovakovih taracanih cesta kroz različita sela i mjesta ima u svemu 280 km, a izvedene su uz državnu subvenciju od 135,5 milijuna Kč.

Za nesmetanu autovožnju kod križanja cesta i željeznica, izrađen je god. 1930 program za izgradnju 76 podvožnjaka i nadvožnjaka od kojih je znatan dio već izveden.

Financiranje izgradnje cesta bilo je u Jugoslaviji u prošlim godinama dosta slabo. Od državnog se proračuna troši na ceste samo 0,9% tj. 92 milijuna dinara. Uzme li se, da svaka banovina doprinosi 23 milijuna, to mi trošimo na naše ceste u svemu 299 milijuna dinara, što je zapravo jedna trećina naše potrebe. Nama ne preostaje drugo, nego da stvorimo fond za puteve po uzoru drugih država.

IZGRADNJA CESTA

Način izvedbe cestâ za auto-promet kao i za tegleću marvu ovisi u prvom redu o raspoloživom materijalu. Kategorizaciji cesta prema opterećenju (laki, srednji i teški promet) odgovaraju i određeni materijali.

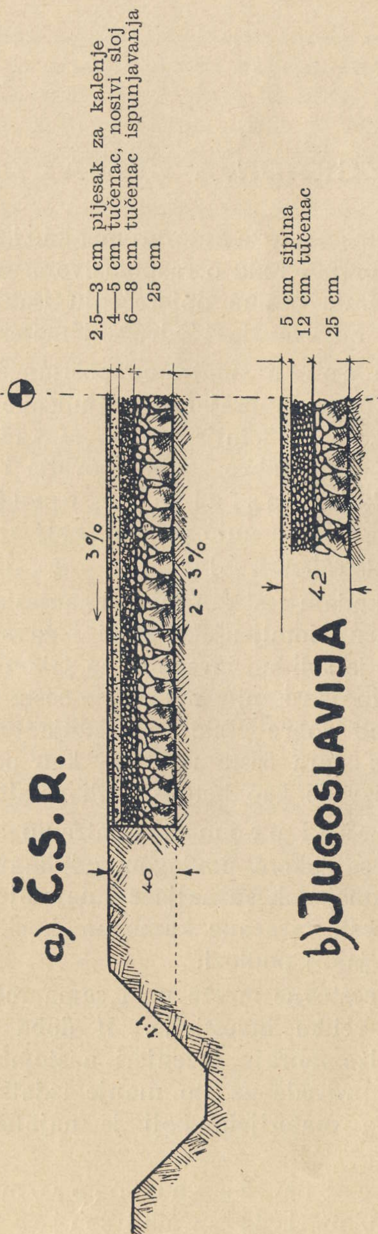
Kao laku cestu smatramo pošljunčenu i povaljanu cestu; ovamo ubrajamo i šljunčane ceste sa podlogom od kamena lomljenjaka i makadam-ceste. Ako se takova cesta dobro zaobli, povalja i premaže katranom ili kojom asfaltnom emulzijom, dobiva se laka cesta za auto-promet, koja se brzo ne troši, a niti ne praši. (Sl. 5.)

Dobra makadam-cesta ili šljunčana cesta sa podlogom od kamena lomljenjaka služi i za srednji promet, ako je solidno izvedena na jakom temelju. Rekonstrukcijom istrošenih makadam-cesta mogu se postići vanredno dobre ceste za srednje teški auto-promet, ako se stara cesta upotrebi kao podloga, a gornji sloj se izvede kao betonska ili asfaltna cesta.

Ceste za teški promet smatramo asfaltne i betonske ceste sa jakom podlogom od kamena lomljenjaka ili betona, dok su najjače i najbolje ceste za teški promet, ceste taracane kamenom kockom (granitom itd.) na jakoj podlozi.

Izgradnja cestovne mreže pa i sama rekonstrukcija zahtijeva velike investicije. U doba današnje ekonomske krize moraju inženjeri nastojati, da se rekonstrukcija provede uz što manje izdatke i upotrebom takovog materijala koji je najbliži i najekonomičniji.

Širina ceste za auto-promet dovoljna je 6,0 m tj. za svaki smjer vožnje



Sl. 5. Pošljunčena i povaljana cesta.

3,0 m. Zaokruženje ceste tj. poprečni pad, obzirom na dosta glatku površinu nije velik, iznosi oko 2½ do 3%, dok je kod naših makadam-cesta bio propis 5%.

Prigodom I. Slavenskog kongresa za puteve u Pragu obišli smo i pregledali oko 795 km rekonstruiranih cesta. U otvorenom i slobodnom potezu su te rekonstrukcije provedene u glavnome kao površinske obradbe ili betonske ceste, dok je manji dio izveden kao asfaltne ceste. Kroz sela i mjesta su ceste svuda taracane. Iz ovoga se vide smjernice rada za postepeno uređenje cestovne mreže.



Sl. 6. Dio ceste u izgradnji.

VÂLJANA POŠLJUNČANA CESTA

Kako su u Jugoslaviji i Čehoslovačkoj klimatske prilike približno jednake, a osim toga sam karakter cesta po konstrukciji i materijalu gotovo isti, to se mi kod obnove naših cesta možemo poslužiti iskustvima stečenim u Čehoslovačkoj. Sl. 6, Sl. 7.

Za uređenje savremenih cesta za auto-promet na otvorenim potezima preduvjet je: dobra o d v o d n j a p o v r š i n e i p l a n u m a c e s t e. Obzirom na raznolikost tla na kome se grade ceste, biti će različito i uređenje i odvodnja planuma. Za naša ilovasta tla najbolje je izvesti duboke cestovne jarke, tako da je cestovno tijelo visoko i podesno za odvodnju planuma.

Konstruktivno su naše najobičnije šljunčane i vâljane ceste izvedene s podlogom od kamena lomljenjaka, na koju dolazi sloj tučenca i sipine. Istu karakteristiku imadu i makadam-ceste.

Kako su sve naše vanjske ceste u glavnom ovoga sastava i kako rekonstrukcija naših cesta ima da počiva na šljunčanim cestama sa podlogom od kamena lomljenjaka, to je kod obnove ovih cesta najvažnija strana dobar materijal i dobro vâljanje cesta.

Ceste treba vâljati valjkom srednje težine, da ne gura pred sobom tučenac. Nakon uvaljanog tučenca dolazi t. zv. k a l e n j e p o v r š i n e c e s t e. Kalenjem se postizava nepropusnost površine. Naša kalenja su h i d r a u l i č k a i b i t u m e n s k a.

Na uvaljani tučenac rasprostre se sloj pijeska debljine 3 cm; tu je pijesak spojni materijal za kalenje. Kod valjanja uz polijevanje vodom, stanovite glinenaste tvari, kojih ima u pijesku 20—30 %, vežu površinu ceste u jednu cjelinu. Dok se tučenac valja polagano, valja se materijal za kalenje ceste b r z o, kod čega on ispunjava sve šupljine i prazne prostore u gornjem sloju ceste. Na površini dobro uvaljane ceste vidi se rijetka kaša kalenog materijala, ispod koje je jednoličan mozaik tučenca i šljunka. Nakon jednog do dva dana osuši se ova rijetka kaša, a površina se pospe pijeskom 1 cm debljine, čime je cesta gotova.

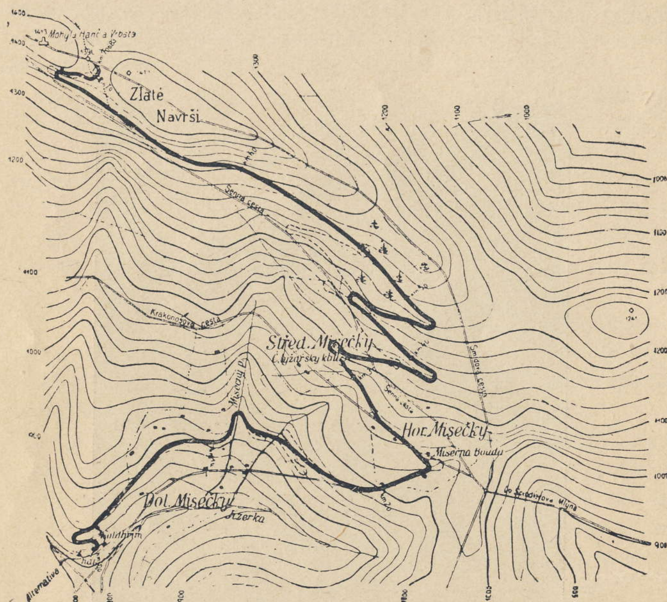
Na našim cestama upotrebljava se za kalenje riječni pijesak ili sipina od našeg vapnenca. Ovakova je cesta vrlo podesna za p o v r š i n s k u o b r a d b u raznim premazima, tj. kojom asfaltnom ili katranskom emulzijom.



Sl. 7. Dio gotove ceste.

Kod pregledavanja cesta u Čehoslovačkoj vidjeli smo ovako uređenu cestu kod rekonstrukcije jedne sreske ceste u K r k o n o š i m a. Ovaj je kraj kolijevka turizma, tu je održan prvi međunarodni skijaški turnir g. 1897. Zadnji otsječak ove ceste prikazuje slika 8. Cesta je široka 5,0 m a na zavojima 6,0 m;

uspon ceste je korigiran od 22% na 9½%. Cesta je u glavnom, vâljana makadam cesta, a kod priklona većeg od 8% izveden je tarac mozaik od kocaka $^4/_6$ cm polagan u cementnom mortu na kamenitom tlu.



Sl. 8. Situacija IV otsječka ceste Jilemnice — Zlaté návrší.

Izgradnja bolje površine makadam-ceste je kalenje sa silikatnom masom tj. vodenim staklom. Masa se dobavlja u drvenim bačvama. Na uvaljani tučenac rasprostre se masa i radi kako je prije opisano za pijesak. Na 1 m^2 ceste dolazi 7 do 10 kg mase.

Vodeno staklo je spoj natrijeva oksida i kremične kiseline. Prigodom valjanja uz polijevanje vodom, masa djeluje kemički tako, da se okameni cijela površina ceste tj. stvara se čvrsta silikatna površina, čije čestice ne povlači gumeni kotač auta za sobom, kao kod obične šljunčane ceste.

Na ovaj način provedena površina ceste je nepropusna i cijela okamenjena, ali ipak elastična. Cesta se brzo suši, a smrzavica joj ne škodi. Upotrebljava se za laki i srednji promet; noću je površina takove ceste jasno vidljiva. Obzirom na hrapavost površine, cesta se dade izvrsno prevući kojom od katranskih ili asfaltnih emulzija.

U Švicarskoj i Francuskoj, gdje imadu mekane vapnence, ceste su vrlo dobro uređene ovom silikatnom masom. Do god. 1930 bilo je u Francuskoj oko 1500 km cesta uređenih na ovaj način, a u Njemačkoj oko 200 km. Ovako uređena cesta bila bi podesna i kod nas u krajevima bogatim kamenom vapnencem, radi svoje jeftinoće.

BETONSKE CESTE

Za izgradnju betonskih cesta smatramo c e m e n t vrlo dobrim hidrauličkim spojnim materijalom.

Temeljni sastav cementa tvore vapnenci i glina. Za cestogradnje je najbolji portland cement, čiji je temeljni sastav bauksit, a hidraulički modul mu je 1,7 tj.

$$\frac{Ca\,O}{Si\,O_2 + Al_2\,O_3 + Fe_2\,O_3} = 1,7$$

Najvažnija osebina cementa je stalnost obujma. Smjesa cementa, pijeska i vode daje cementni mort, koji služi kod cestogradnja za cement-makadam, dok smjesa cementa sa mineralnim primjesama, dakle kamenom razne veličine i vode daje beton, koji služi za kolnik (kolovoz) ceste.

Pijesak i šljunak moraju biti dobre vrste sa najmanjom čvrstoćom od 400 kg/cm^2. Za beton najbolje odgovara smjesa pijeska i šljunka u omjeru 1:2. Za pijesak uzimamo veličinu zrna od 0—7 mm a za šljunak od 7 do 50 mm. Na pr. kod omjera mješavine za smjesu betona od 350 kg cementa na 1 m^3 gotovog betona dolazi 1,33 m^3 suhe mješavine tj. 45% pijeska a ostalo šljunak. Kod pravilne izrade betona je voda važan faktor, jer ima upliv na čvrstoću betona. Za suhu smjesu od 350 kg cementa na 1 m^3 gotovog betona potrebno je za svaku vreću cementa (50 kg) 21 do 22 litre vode. Veća količina vode znatno umanjuje čvrstoću betona, jer u njemu nastaje stanovita poroznost. Dodamo li vode za 30% nad normalu, to će čvrstoća betona pasti na polovicu a osim toga takav beton propušta vodu.

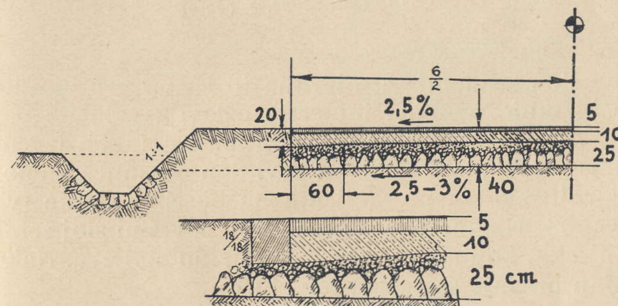
Prve betonske ceste izvedene su u Americi, gdje su izvedeni i vrlo opsežni pokusi sa betonskim kolnicima. U Njemačkoj su počeli izvoditi betonske ceste u

god. 1925, a u Čehoslovačkoj god. 1926. Betonski kolnici počeli su se izvoditi u glavnom za automobilski promet. Razlikujemo r e k o n s t r u k c i j u s t a r i h c e s t a s a n o v i m b e t o n s k i m k o l n i k o m i n o v u b e t o n s k u c e s t u, koja je izvedena cijela od betona.

REKONSTRUKCIJA STARIH CESTA

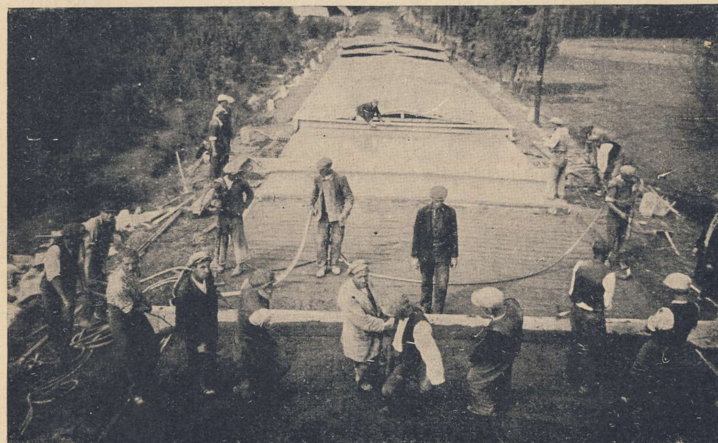
Kod rekonstrukcije starih pošljunčenih cesta sa podlogom od kamena lomljenjaka izvodila su se do god. 1931 dva sloja betona, a u novije doba izvodi se samo jedan sloj, jer se pokazalo da potpuno odgovara i statički i dinamički. Površina kolnika koji je dosta istrošen, poravna se potrebnim dodatkom šljunka i zaobli; na taj se uvaljani stari kolnik izvede sloj betona 10 cm debljine, koji se na krajevima pojača na 13—15 cm, na širinu cca 60 cm od ruba ceste. Beton je u smjesi 1:2:5 sa 250 kg cementa na 1 m^3 gotovog betona. Na ovu betonsku podlogu dolazi nosivi sloj betona, debljine 5 cm, u smjesi 1:2:3 sa 400 kg cementa na 1 m^3 betona. (Vidi sliku 9.) Za beton se upotrebljava drobljeni tučenac (granit itd.) 5—25 mm veličine zrnaca, čime se postizava velika čvrstoća i tvrdoća betona.

Kolnik se na rubovima pojačava, tj. izvodi se u debljem sloju jer se na rubove prenosi znatno optere-



Sl. 9. Betonska cesta sa dva sloja. Gornji sloj 5 cm od betona sa 400 kg cementa, donji sloj 10 cm sa 250 kg cementa. (Drobljeni granit veličine zrna 5—25 mm)

ćenje; automobil vozi na jednoj polovini ceste, dakle na cestovnom rubu, a ne u sredini ceste. Zbog toga se kod betonskih kolnika redovno izvode rubovi od granitnih kocaka 18/18 cm ili se pako ugrađuje betonski obrubni kamen 18×20×50 cm. Ovo rubno kamenje imadė se uložiti u beton i naročito ga pomno izvesti, jer treba spriječiti da voda ne može prolaziti kraj obruba u cestovno tijelo i raskvasiti planum, što bi bilo naročito štetno zimi kod smrzavice.



Sl. 10. Betoniranje ceste.

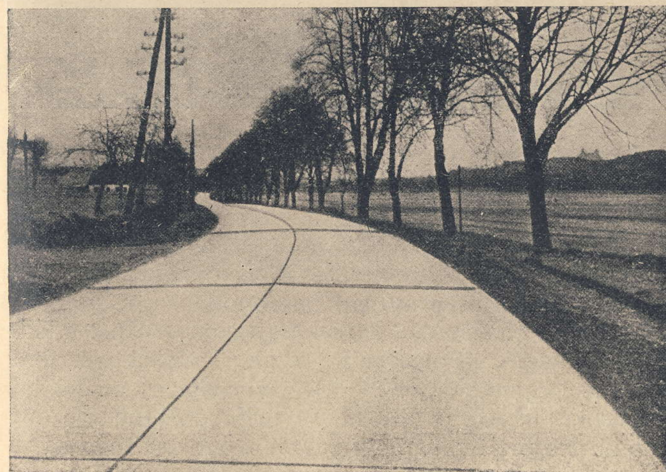
Beton se nabija strojevima ili ručno profiliranom letvom, koja na površini ceste ostavlja valovite udubine, da površina ceste bude hrapava. Nakon izvedbe betonske ceste štiti se beton prvi dan od sunca pomoću razapetih plahta, postavljenih na posebne stalke (vidi sliku 10.). Nakon toga posipa se po površini sloj zemlje ili pijeska, koji se kroz 14 dana stalno polijeva. Nakon 21 dan predaje se cesta prometu.

U Čehoslovačkoj se za betonske ceste upotrebljava drobljeni šljunak od granita, diorita ili bazalta. Poprečni pad betonske ceste iznosi 1½—2½%. Najveći uspon dozvoljava se do 6%. Naročita pažnja

se posvećuje rubovima ceste, kako je već spomenuto. Kod izvedbe postavlja se na rubove obrubni kamen ili drvene grede, po kojima se pomiče profilirana letva ili »finisher«, koji daje kolniku određeni profil (vidi sliku 10.).

Kako beton podleži promjeni obujma uslijed kemičkog djelovanja, prigodom otvrđivanja, a tako isto pod uplivom temperature i vlage, to se u tu svrhu kod izgradnje betonskih cesta izvode dilatacione reške 8—12 mm jake. Koeficijenat rastezanja betona je 0,000 012 za jedan stupanj Celziusa; na pr. betonsko polje od 15 m duljine, kod razlike temperature od 50° C rastegne se za 9 mm.

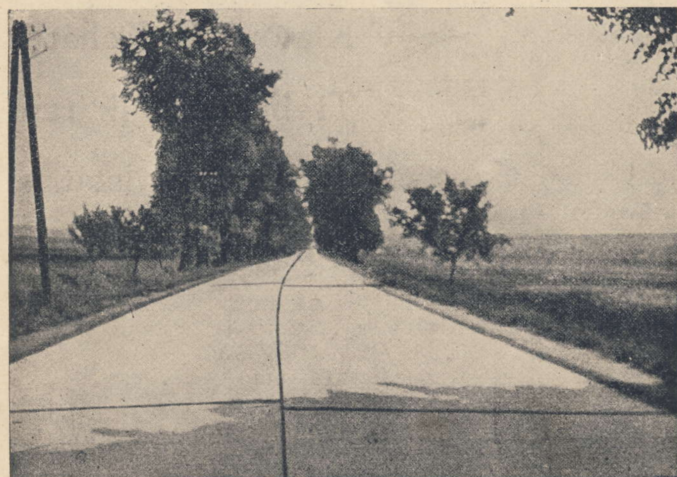
Postoje prirodne ili umjetne reške. U Americi su u prvo vrijeme izvodili betonske kolnike u jednom komadu bez dilatacionih režaka, a nakon deformacije tj. nakon što je kolnik sam popucao i stvorio dilatacione reške, isklesali su pukotine i zalijevali asfaltom. Izgled ovakovog kolnika nije lijep, pa se danas izvode dilatacione reške prema unaprijed određenom rasporedu (Sl. 11.). Ove su reške kod velikog prometa



Sl. 11. Betonska cesta s uzdužnim i poprečnim dilatacionim reškama.

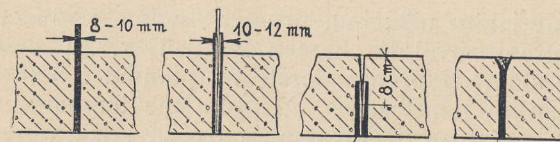
vrlo osjetljive, lako se oštete, pa im se kod izvedbe posvećuje naročita pažnja. Dilatacione reške izvode se u z d u ž n e i p o p r e č n e.

Uzdužne reške prave se kod kolnika širih od 6,0 m. Kod rekonstrukcija se često izvodi najprije samo jedna polovica ceste, da se ne zatvori promet na cesti, a tek iza gotovog prvog dijela izvodi se druga strana kolnika. Time već nastaje uzdužna reška koja se u tom slučaju i posebno izradi.



Sl. 12. Betonska cesta sa uzdužnim i poprečnim dilatacionim reškama.

Poprečne dilatacione reške izvode se u s k e i š i r o k e. Kako je to pitanje za betonske kolnike od naročite važnosti, pravljeni su mnogobrojni pokusi i ispitivanja, pa imamo danas najraznovrsnijih načina izvedbe uskih dilatacionih režaka (ulošci od lima, asfaltne ljepenke itd Sl. 13.). Ovi željezni ulošci kao i drvena letvica, odstrane se prije početka vezanja betona. Najprije se rubovi zaoble a tek iza toga se zalijevaju asfaltom. To je zapravo najosjetljivije mjesto betonskog kolnika, jer tu nastaju najprije oštećenja, koja se onda mogu širiti i dalje. Zbog toga je vrlo



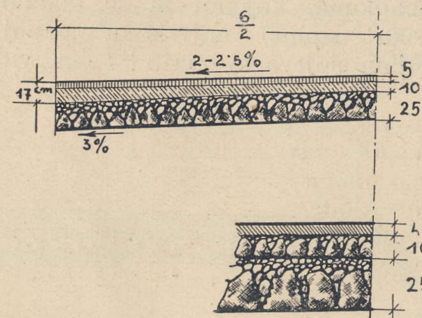
Sl. 13. Dilatacione reške. 1 i 2 limovi; 3. željezni klin, ljepenka; 4. drvena letvica, asfaltna ljepenka.

važno, da se dilatacione reške stalno nadziru, a kontrolnim organima je dužnost da svako oštećenje smjesta poprave.

Široke dilatacione reške su 30—60 cm široke a izrađuju se od betona tek onda kada su susjedna betonska polja već dovršila deformaciju. Prije betoniranja ove uske pruge, namažu se čela betonskih polja katranom ili ilovačom, čime nastaju dvije dilatacione reške.

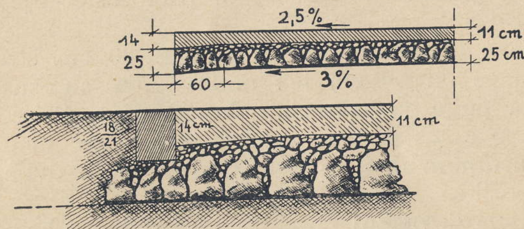
U Čehoslovačkoj počelo se s izvedbom betonskih cesta god. 1926, pa su sve ceste do danas u izvanrednom stanju. Od god. 1926 do 1934 izvedeno je u Čehoslovačkoj 335 km betonskih cesta s kolnikom 6,0 m širine.

Za automobilski promet su betonski kolnici vrlo dobri, pa se nastoji izvedbu po mogućnosti što više pojeftiniti. Nakon opsežnog studija u tome smislu predlaže Ing. Stanislav D y l e w s k i, da se betonski kolnik izvodi samo s jednim gornjim slojem, koji je



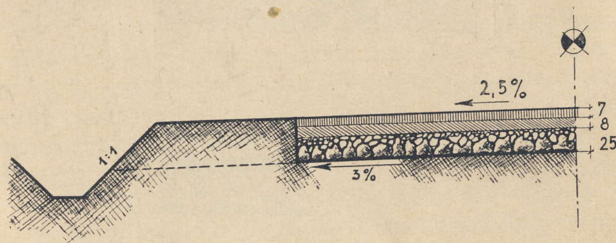
Sl. 14. Betonska cesta s dva sloja. Donja slika: s jednim slojem po Dylewskom (400 kg cementa).

izvrgnut jakim učincima prometa, a kao podloga da se upotrebi povaljani kamen lomljenjak. Zadatak je donjeg sloja da prenosi terete na planum i odolijeva unutrašnjim napetostima od promjene temperature i vlage. Na taj se način smanje troškovi izgradnje za cca 34%, jer je skupi donji sloj betona zamijenjen jeftinijim materijalom. Na temelju ovoga razmatranja od god. 1931 izvode se betonski kolnici sa jednim slojem: u sredini ceste je debljina cca. 11 cm a na krajevima cca. 14 cm (vidi sliku 15.).



Sl. 15. Betonska cesta sa jednim slojem. Beton sa 350 kg cementa.

Za naše prilike, gdje nemamo dosta razvijenu industriju kamena, može se aplicirati sistem. Ing. Dylewskog na taj način, da se donji sloj, dakle betonska podloga izvede od betona s običnim riječnim odnosno kopanim šljunkom i pijeskom, a gornji nosivi sloj kolnika da se izvede od drobljenog šljunka iz naših najboljih kamenoloma, kojemu bi se dodalo riječnog oštrog pijeska (sipine) najviše u jednoj polovici smjese. Debljina slojeva bi bila 8+7 cm (vidi Sl. 16.).



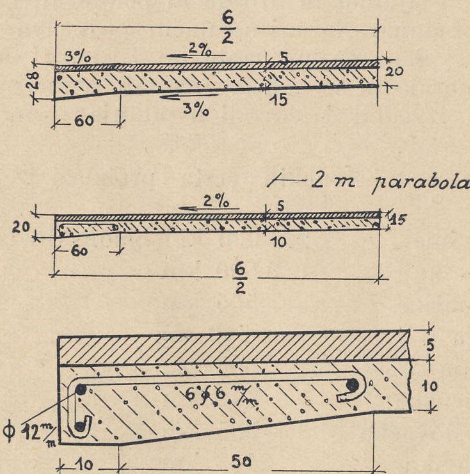
Sl. 16. Betonska cesta za naše prilike: gornji sloj 7 cm od betona sa 400 kg cementa, donji sloj 8 cm sa 220 kg cementa.

Ovakovi kolnici potpuno odgovaraju svim uslovima. Kod vozila sa pritiskom jednog kotača od 4,0 t iznosi specifički napon na tlo temelja (planum) oko 1 kg/cm^2.

Sve ovo što je ovdje rečeno vrijedi za rekonstrukciju betonskih cesta. Po stečenoj praksi kod izvedbe betonskih cesta u dva sloja, izvodi se gornji sloj sa upotrebom 400 kg cementa na 1 m^3 gotovog betona a u smjesi može biti zrno drobljenca do 30 mm. Izvodi li se betonska cesta u jednom sloju onda se upotrebljava 350 kg cementa na 1 m^3 gotovog betona a u smjesi pijeska i šljunka može biti drobljeni kamen i do veličine 40 mm. Iz ovoga vidimo kakovu naročitu ulogu igra u betonu kamen.

NOVE BETONSKE CESTE

Nove betonske ceste izvode se redovno u dva sloja ukupne debljine 20 cm. Donji sloj debljine 15 cm služi kao podloga, a gornji sloj 5 cm debljine je glavni nosivi dio (vidi sliku 17.). U gradovima za teški promet



Sl. 17. Nova betonska cesta sa dva sloja. Gornja slika: gornji sloj 5 cm od betona sa 350 kg cementa, donji sloj 15 cm sa 220 kg cementa. Srednja slika: Rub ceste je armiran. Donja slika: detalj armature.

izvode se podloge od betona 20—25 cm debljine, a nosivi gornji sloj 5 cm; ukupna je debljina 25—30 cm.

Kod gradnje većih betonskih cesta nalazi se na gradilištu posebno uređen laboratorij za ispitivanje građevnog materijala. Beton kao monolitna masa treba biti i pod tlakom od 10 atmosfera potpuno nepropustan, s velikom tlačnom čvrstoćom, koja treba iznositi 380—650 kg/cm², dok mu je vlak 58—79 kg/cm², a osim toga i abanje ne smije prekoračiti stanovitu granicu (za betonski kolnik se dozvoljava trošenje kroz godinu dana do max. 2,2 mm).

Kod izvedbe novih betonskih cesta važno je uređenje planuma, naročito odvodnje. Planum bi po mogućnosti morao biti što jednoličniji. Najnepovoljnije je ilovasto tlo, koje se za vrijeme suše steže a za djelovanja vlage rasteže. Kako se betonska ploča kolnika smatra kao nosilac na dvije potpore a u nekim slučajevima i kao konzola to u betonu nastaju pukotine djelovanjem stezanja i rastezanja ilovače. Takovo ilovasto tlo treba drenažirati u cestovne jarke, zavaljati slojem šljunka ili drozge ili betonirati tanki sloj ljati slojem šljunka ili drozge ili betonirati tanki sloj mršavog betona. Na taj se način postizava povoljni prelaz od planuma na cestovno tijelo. U krajnjem slučaju moralo bi se kolnik armirati, a to znatno poskupljuje izvedbu i dovodi u pitanje ekonomičnost betonske ceste.

Raširenost betonskih cesta proizlazi iz ove statistike:

USA ima	214 000 km	betonskih cesta
Engleska	3 500 km	„ „
Njemačka	565 km	„ „
Italija	510 km	„ „
Belgija	506 km	„ „
Francuska	442 km	„ „
Čehoslovačka	335 km	„ „
Mađarska	183 km	„ „
Austrija	60 km	„ „

Iz ove se statistike razabire naročita prednost betonskih cesta za automobilski promet. (USA s najjačim auto-prometom.)

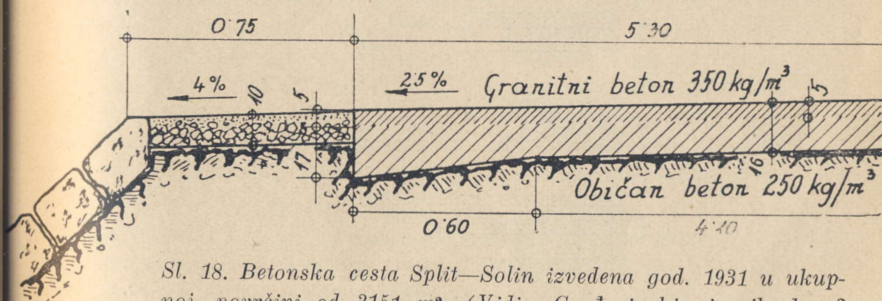
Monolitni sastav betonskog kolnika čini cestu otpornom protiv poprečnih sila od vozila. Cesta se ne praši i odvodi brzo površinsku vodu. Vožnja je ugodna i bez trešnje, a time se znatno smanjuju pogonski troškovi i troškovi uzdržavanja vozila. Uslijed hrapavosti površine je vožnja sigurna jer je klizanje gotovo onemogućeno. Na površini kolnika ne stvaraju se »valovi« koji nastaju kod nekih drugih kolnika.

Betonski kolnici nisu najidealniji za vozila i promet teglećom marvom, ali se kod izgradnja savremenih betonskih cesta i to uzima u obzir naročitom dispozicijom, pa su postignuti dobri rezultati.

Betonski kolnici su ekonomični, a zahtijevaju upotrebu isključivo domaćeg materijala. Cijena izgradnje gornjeg stroja betonske ceste u Čehoslovačkoj kretala se u god. 1931 između 55—68 Kč za 1 m². Nakon dokinuća cementnog kartela snizila se cijena na 40.— Kč za 1 m² tj. oko 78.— Din.

Trajnost betonskih cesta je cca 20 godina.

U god. 1931 izvedena je kod nas, betonska cesta sa dva sloja na potezu Split—Solin, gdje je uzeta mješavina za podlogu samo 250 kg cementa a za nosivi sloj samo 350 kg cementa na 1 m³ gotovog betona. Širina ceste iznosi 5,30 m. Izvedba ove betonske ceste smatra se pokusom, da se iskuša naš kamen i naš cement, ali dobra betonska cesta zavisi ne samo od ovih faktora nego i od tehničke spreme u načinu same izvedbe.



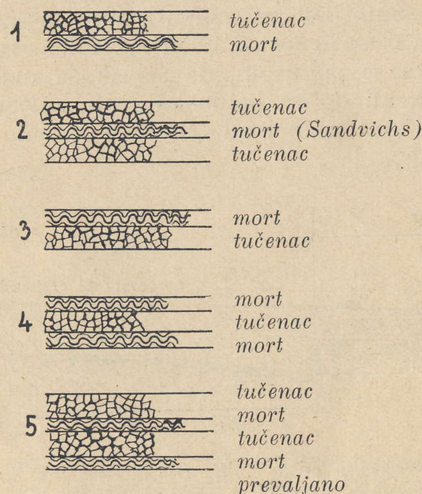
Sl. 18. Betonska cesta Split—Solin izvedena god. 1931 u ukupnoj površini od 3151 m² (Vidi: Građevinski vjesnik br. 3 god. 1933.).

CEMENT — MAKADAM

Naročita vrsta betonskih cesta za naše prilike je cement-makadam. To je valjana makadam cesta sa dodatkom cementnog morta koji veže sloj tučenca u kompaktnu cjelinu. Ovakav kolnik ubrajamo u ceste za srednji promet.

Ovo je francuski način valjanja ceste, gdje se tučenac zakali cementnim mortom. Tučenac za cement-makadam mora biti posve čist bez prašine i zemljanih sastojina te naročito čvrst. Mekani tučenac nije dobro upotrebljavati jer se kod valjanja drobi a zbog toga se ne obavije potpuno cementnim mortom. Bolji je tučenac rukom tucan, nego drobljeni tučenac, jer imade oštrije bridove. Za cementni mort uzima se oštar, fini pijesak, a cement koji sporo veže da se svrši s valjanjem prije nego cemen počinje vezati.

U glavnom razlikuju se dvije vrste izvedbe cement-makadama već prema tome da li se polaže sloj cementnog morta u suhom ili mokrom stanju. Šematski su prikazane vrste izvođenja cement-makadama u slici 19. Prva dva načina izvode



Sl. 19. Šema cement-makadama

se na mokri cementni mort a tri ostala na suhi; svi se označeni slučajevi mogu izvesti na jedan i drugi način.

Kod rekonstrukcije stare makadam ceste kolnik se najprije dobro očisti, manjkavi dijelovi popune i povaljaju, da cesta dobije odgovarajući poprečni pad od 2%. Na ovako priređenu površinu rasprostre se sloj cementnog morta, debljine 4 cm i to u tekućem ili polutekućem stanju; zavisi to od vrste upotrebljenog cementa i vremena u kome se radi. Za cementni mort uzima se 600 kg cementa na 1 m^3 pijeska. Na zavojima gdje je naprezanje kolnika jače uzima se 700 a i 750 kg cementa na 1 m^3 pijeska. Prema tome dolazi na 1 m^2 površine ceste 12—16 kg cementa.

Na sloj cementnog morta rasprostre se sloj tučenca oko 8 do 10 cm debljine (u nepovaljanom stanju). Taj se sloj šljunka vâlja uz polagano škropljenje vodom, dok cementni mort ne prođe kroz cijeli sloj tučenca i pojavi se na površini; to je znak da su sve šupljine u sloju tučenca zapunjene cementnim mortom. Mort na površini ceste rastire se metlama uz valjanje, dok taj sloj morta ne bude svuda jednoličan i dok se ne zapjeni. Cesta se vâlja valjkom 16—18 t težine. Valjanje se mora dovršiti kroz vrijeme od 2 do 2½ sata, tj. prije nego počinje vezanje cementnog morta.

Kada se mort donekle sasuši pospe se cesta finim pijeskom 5 do 10 mm da se zaštiti od naglog sušenja. Cesta se kroz nekoliko dana polijeva vodom, a nakon osam dana može se predati prometu. Posuti sitni pijesak samelje se vožnjom u prašinu, koja se imade odstraniti. Kroz nekoliko mjeseci nestane i gornji sloj cementnog morta, a na površini kolnika ostaje kameni mozaik. Poželjno je da se na ovakovom kolniku izvede nakon nekog vremena površinska obradba.

Kod drugog načina izrade cement-makadama izvode se dva sloja tučenca među koje dolazi sloj cementnog morta. Na pripravljeni planum rasprostre se sloj tučenca 5 cm debljine, poškropi vodom i prevalja. Na to dolazi 4 cm debeli sloj cement-

nog morta, a preko toga drugi sloj tučenca 5 cm debljine. Cesta se polako valja uz škropljenje vodom, da cementni mort prođe kroz donji i gornji sloj šljunka. Valjanje imade biti pravilno da površina ne postane valovita. Drugi dan se cesta posipa finim pijeskom, da površina zadrži vlagu; prema potrebi cesta se par dana polijeva vodom. Ovaj se način izvedbe cement-makadama pokazao vrlo dobrim (Zagreb—Podsused).



Sl. 20. Izvođenje ceste.

Kod upotrebe s u h e m a s e prevalja se sloj tučenca i sloj cementnog morta valjkom, tj. najprije se dobro komprimira. Nakon toga počinje tek pravo valjanje uz polijevanje vodom dok se na površini ne pokaže cementna kaša. Kod ovoga se postupka mogu najedamput izvoditi veće površine ceste, što je svakako prednost, ali se treba radu posvetiti naročita pomnost, jer postoji opasnost da cementni mort ne zapuni sve prazne prostore cijelog sloja šljunka.



Sl. 21. Pred svršetkom valjanja.

Kod svakog izvođenja cement-makadama je vrlo važno i s p r a v n o p o l i j e v a n j e v o d o m, jer previše vode može lako isprati cement, čime trpi jakost ceste.

Kod izvedbe ovih kolnika vâlja se cesta od sredine ceste prema krajevima (dakle u poprečnom smjeru). Kod kamenog obruba ne može se cesta dobro povaljati, pa se sa toga mjesta nagurani kamen baca pod valjak a rub ceste nabija se ručno.

Kod nastavka rada slijedećeg dana, razruje se cesta u poprečnom smjeru na širinu od 30 cm, da se postigne dobar spoj, a valjak bi i onako taj rub oštetio. Nakon dovršenja dnevnog posla taj se dio izvede ručno.

U Čehoslovačkoj je trošak za izvedbu ovakove ceste iznosio 34,29 Kč za 1 m² (oko 65.— Din.).

Francuzi su izveli prvu cement-makadam cestu god. 1920. U Njemačkoj se počelo izradom kolnika takove vrste god. 1922, u Čehoslovačkoj 1923, a u Jugoslaviji 1935.

Kod pregleda cesta u Čehoslovačkoj vidjeli smo u Krkonošima, na potezu Jilemnice—Rokitnice primjer cement-makadama iz malafira, debljine 10 cm u ka-

menitom terenu. Uspon toga dijela ceste je 5,5%. Cement-makadam cesta je odlično provedena; poprečni pad je 3 do 3½% a na zavojima 3% u jednom smjeru.

Cement-makadam cestu treba pomno uzdržavati. Naslaga cementnog morta se, već prema veličini prometa, izliže nakon godinu dana. Preporuča se nakon godine dana izvesti površinsku obradbu. Obzirom na nejednoliko trošenje površine ceste i nejednoliko izli-



Sl. 22. Cesta Jilemnice—Rokytnice, IV. odsjek.

zanje cementnog morta ne prima se asfaltna emulzija jednolično na površinu ovakove ceste. Zbog toga se upotrebljava vrući katran, zagrijan do 70—80° Celzija. Na 1 m² površine ceste troši se oko 1—1½ kg katrana. Drugi namaz se izvodi slijedeće godine, a treći tek pete godine.

Ovakav način izvedbe kolnika je za naše prilike povoljan i ekonomičan, jer uz dobar cement imamo na raspolaganje i dosta dobrog kamena.

ASFALTNE I KATRANSKE CESTE

Da se stvarno može govoriti o savremenoj izgradnji asfaltnih i katranskih cesta, treba u prvom redu da uočimo, što je to asfalt, što katran a što opet njihove emulzije.

Za cestogradnje se upotrebljavaju:

a) prirodni bitumeni;

b) umjetni ili tehnički bitumeni, koji se dobivaju destilacijom sirove nafte;

c) katran, dobiven destilacijom kamenog ugljena;

d) smjesa bitumena i katrana;

e) različite bitumenske i katranske emulzije.

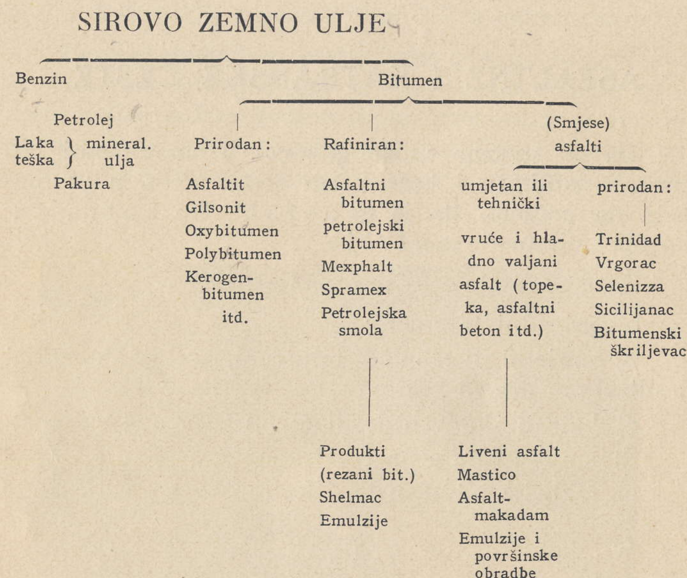
BITUMEN

Prirodni bitumen nalazi se u prirodi pomiješan sa mineralnim agregatima. Kvaliteta prirodnog bitumena je različita već prema nalazištu i sastojinama s kojima je pomiješan.

Poznajemo na pr. prirodne asfaltne smjese koje upotrebljavamo u cestogradnjama kao tako zvani mekani asfalt, koji se tali ispod 100° C kao: trinidatski asfalt, asfaltni vapnenac, St. Valentino (Italija), Sicilijanski asfalt itd. Kod nas imade prirodnog asfalta u Vrgorcu (Dalmacija) koji sadrži 50% bitumena, 30% vulkanskog pepela i 20% različitih nečistoća. Asfaltni vapnenac se prerađuje za nabijani i donekle lijevani asfalt.

Od prirodnih asfalta izrađuje se nabijani asfalt. U tu se svrhu prirodni asfalt drobi u posebnim mlinovima i melje u prašinu.

Tabela I:



Kvaliteta prirodnoga asfalta popravlja se dodavanjem rafiniranog bitumena. Samljevena prašina stavlja se u vrućem stanju na pripremljenu podlogu (betonska podloga), valja i nabija.

Budući da prirodni asfalti ne sadrže u svakom slučaju bitumena ispravne kvalitete za dobru cestu, ne može se svaki prirodni asfalt primjenjivati za cestogradnje. Za cestogradnje dolaze u obzir samo oni prirodni asfalti, koji sadrže bitumen izvjesnih gradacija.

U m j e t n i i l i t e h n i č k i b i t u m e n dobiva se destilacijom sirove nafte (petrolejska smola [paklina], petrolejski ili asfaltni bitumen). Produkti destilacije su: benzin, petrolej, ulja i bitumen. Ovakove nafte ima u Rumunjskoj, Rusiji, Meksiku itd. Kod nas ima nafte u Paklenici, Bujavici i Selenici, ali bez sadržine benzina.

Svojstva bitumena ispituju se fizikalno i kemički. Bitumen mora biti ljepiv, plastičan i stalan. Mekoća bitumena određuje se prema njegovoj penetraciji i talištu (Norme Ministarstva građevina), pa bitumen dijelimo na grupe I do V.

KATRAN

Za cestogradnje se osim bitumena u novije doba dosta mnogo upotrebljava i k a t r a n, čija je cijena daleko niža od cijene asfalta. Katran se u početku dobivao samo u plinarama kao nuzprodukat, a kasnije i kod produkcije koksa. Destilacijom kamenog ugljena (kod 1000 do 1300^{0} C) dobiva se 60—80% koksa, a ostalo je rasvjetni plin, amonijeva voda i tzv. s i r o v i k a t r a n, koji se sastoji od lakih, srednjih i teških te antracenovih ulja, smolastih tvari i slobodnog ugljika. Ponovnom destilacijom mogu se iz sirovog katrana otstraniti ulja, a ostatak je p a k l i n a. Ako se djelomičnom destilacijom otstrane samo laka i srednja ulja dobiva se d e s t i l i r a n i k a t r a n. Miješaju li se antracenova ulja s paklinom dobiva se p r e p a r i r a n i k a t r a n. Za cestogradnje se upotrebljava i destilirani i preparirani katran.

Kod destilacije treba nastojati da se dobije katran koji dobro veže, koji odolijeva djelovanju topline i vremenskih promjena.

Destiliranoga katrana ima dvije vrste: I. rjeđi, za površinsku obradbu i II. gušći, s manjom množinom ulja, za penetraciju i katranski makadam.

Prepariranog katrana ima četiri vrste: 50/50; 60/40; 65/35 i 70/30 (prvi broj označuje množinu pakline, a drugi antracenovog ulja); 50/50 je najrjeđi, a 70/30 najgušći preparirani katran (oznake prema njemačkim DIN-normama broj 1995 i 1996).

Katran se upotrebljava kao spojno vezivo za lake, srednje i teške ceste. Katran je prvipút upotrebljen za cestogradnje u Monte Carlu 1901 kao površinska obradba. Cesta se znatno prašila jer je gornji sloj kolnika bio izveden sa pijeskom od vapnenca.

Katranski namaz je uspio pa je odmah iza toga upotrebljavan u Engleskoj i Švicarskoj. Katranski namaz nije samo sprečavao prašenje, već je učvrstio i površinu ceste. Osim upotrebe u v r u ć e m stanju za p o v r š i n s k e o b r a d b e, upotrebljava se katran kao k a t r a n s k i b e t o n ili u hladnom stanju za k a t r a n s k i m a k a d a m. Tučenac se obavije katranom već u kamenolomu ili na samom gradilištu, a na cesti se valja kao katranski makadam, analogno kao cementni makadam.

Tabela II:

KATRAN

1. Iz plinare — 2. destilacijom kamenog ugljena

Koks — plin — amonijeva voda — sirovi katran

sirovi katran: destiliran — prepariran

destiliran: I — II

prepariran:

paklina / antracen. ulje	:	50/50	60/40	65/35	70/30

Bitumenske tvari mogu se upotrebljavati na različite načine. One se miješaju već prema tome kako zahtijevaju klimatske prilike. Smjesa može biti različita. Umekšavanjem (fluksiranjem) trinidatskog asfalta kod 160—170° C sa dodatkom ulja može se dobiti smjesa podesna za priredjivanje lijevanog asfalta.

Umjesto čistog bitumena može se za cestogradnje upotrebiti smjesa bitumena i katrana sa prevagom bitumena. Katrana se dodaje oko 30%, tako da je smjesa jeftinija, obzirom na domaći proizvod katrana. Ovakova je smjesa vrlo homogena. Može se upotrebiti i smjesa katrana i bitumena sa prevagom katrana. Katranu se dodaje 15—20% bitumena koji se rastopi u katranu. Ova primjesa čini katran stalnim i kod veće studeni. U Engleskoj su s uspjehom upotrebili ovu smjesu. U Čehoslovačkoj dolazi u trgovini ovakova smjesa katrana i bitumena pod imenom Rego.



Sl. 23. Dvostruka površinska obradba na državnoj cesti (Kostelec, Č. S. R.).

EMULZIJE

Bitumen se po svom osnovnom sastavu može upotrebiti kod cestogradnja samo u ugrijanom stanju. Kamen, šljunak (tučenac) i pijesak, kada dolaze u vezu s bitumenom, moraju biti potpuno suhi. U normalnim slučajevima je to vrlo teško provedivo. U svrhu lakšeg rada, tražilo se način kako bi se asfalt mogao polagati i u hladnom stanju, odnosno kod vlažnog vremena, i učiniti time upotrebu bitumena

neovisnu od kompliciranih priprema oko sušenja agregata. Istraživanjem došlo se do načina polaganja mješavina kamena sa asfaltnim emulzijama.

Asfaltna emulzija za cestogradnje pojavljuje se prvi puta u Engleskoj god. 1923, kao produkt društva Asphalt Cold Mix Ltd. Asfaltna emulzija nastaje raspršivanjem bitumena u vodi. Bitumen je u vodi netopiv; njegove čestice lebde u vodi. Kod upotrebe se emulizija polijeva po tučencu. Kod toga se emulzija rastavlja u svoje sastavne dijelove. Voda se djelomično ispari, a djelomično ju upije kamen; oko tučenca nastaje naslaga bitumena.

Emulzije se upotrebljavaju za obavijanje tučenca s kojim se izrađuje asfaltni makadam, zatim za površinske obradbe, penetracije itd.

Katranska emulzija nastaje emulgiranjem katrana i glinenog pijeska u vodi tj. smjesom od 60% katrana, 30% vode i 10% glinenog pijeska. Emulzija se radi i od smjese bitumena i katrana.

Razlikujemo tri vrste emulzija prema načinu njihovog sastava i to:

1. stabilne emulzije,
2. polustabilne emulzije,
3. nestabilne emulzije.

Za cestograđevne svrhe upotrebljavaju se samo polustabilne i nestabilne emulzije:

U praksi se emulzije upotrebljavaju:

a) za površinsku obradbu,

b) za asfaltni namaz 2—4 cm jakosti, koji nastaje nakon nekolikokratnog mazanja,

c) za učvršćenje šljunčanih naslaga u cestovnom tijelu, koje se nakon uvaljanja uredi površinskom obradbom (penetracija),

d) za polaganje asfaltnog sloja 4—5 cm debljine u hladnom stanju,

e) za popravljanje udubina u asfaltnom kolniku,

f) za zalijevanje režaka kod kamenog ili drvenog tarаca.

SISTEMI IZVEDBE

Prema debljini namaza na cestovnu površinu dijelimo savremene kolnike od bitumenskih tvari (bitumen i katran) na:

1. laki kolnici sa premazom 0,5—1,5 cm debljine,
2. srednji kolnici sa slojem 2—4 cm debljine,
3. teški kolnici sa slojem 5 i više cm debljine.

Ceste možemo razvrstati i prema principima izgradnje:

a) Princip makadama. Makadamska cesta je valjanjem tako komprimirana da se čestice drže same međusobom bez posredstva nekog veznog sredstva. Zalijevamo li takovu cestu vrućim bitumenom, povećava ovo vezivo unutrašnju čvrstoću makadama, jer bitumen ispunjava i najmanje šupljine u cestovnom tijelu, a tako ga čuva od trošenja i prašenja.

b) Princip betona. Kolnici izvedeni pomoću bitumena po principu betona su asfaltne lijevane i valjane ceste. Bitumen kao vezivo tvori pružnu i gustu masu, koja može odolijevati i najvećem naprezanju.

Sistemi izvedbe bitumenskih kolnika su:

1. površinska obradba,
2. penetracija tj. zalijevanje ili kalenje različitim bitumenskim materijalom ili emulzijama,
3. hladni valjani asfalt; priređen miješanjem kamenog agregata s bitumenskim tvarima,
4. vrući valjani asfalt,
5. nabijani asfalt,
6. lijevani asfalt,
7. Essenski asfalt (domaći proizvod u Čehoslovačkoj).

I. Površinska obradba

Površinska se obradba ubraja u ceste za laki promet (laki kolnik).

Površina obične uvaljane makadamske ceste premaže se vrućim ili hladnim bituminoznim materijalom, koji površinu kolnika čuva od trošenja i

prašenja. Ovakav namaz ne traje dugo, pa se mora obnoviti od vremena do vremena, već prema prometnim prilikama. Ako se površinska obradba izvodi prvi puta na nekom kolniku, onda obično dolaze dva namaza. Kao što je spomenuto, taj se namaz obnavlja od vremena do vremena. Time nastaje na površini kolnika postepeno sloj 0,5 do 1,5 cm debljine. Površinska se obradba izvodi na različite načine.

1. V r u ć i n a č i n (sa bitumenom). Sa površine se makadama otstrane sve slobodne čestice (prašina, pijesak itd.) tako da ostane čista i hrapava površina, koja mora biti posve suha. Poprečni presjek kolnika neka je u priklonu 2,5—3%.

Bitumen se ugrije u kotlovima na 180°—200° C i raspršuje po cesti ručnim cjedilom, u koje se bitumen tjera ručnom pumpom ili komprimiranim zrakom, pod tlakom od 5 atmosfera. Na 1 m² površine treba za prvi namaz 1,5—2,5 kg bitumena, a za drugi 0,75 do 1,25 kg. Bitumenski premaz pospe se oštrim pijeskom ili sitnim šljunkom (veličine zrna 10—20 mm) dobre kvalitete, tako da namaz bude potpuno pokriven. Od 1 m³ šljunka pokrije se oko 70—80 m² površine kolnika. Šljunak se prevalja lakim valjkom, što ali nije neophodno potrebno. Time je površinska obradba gotova.

Za ceste s površinskom obradbom je vrlo važno uzdržavanje kolnika, čemu treba posvetiti naročitu pažnju. Namaz mora biti uvijek pokriven pijeskom ili šljunkom. Sloj asfalta štiti cestovno tijelo od vlage, a ujedno učvršćuje gornji sloj i brani ga od trošenja. Za ovu se vrstu površinske obradbe upotrebljava bitumen br. I i II (prema Normama Ministarstva građevina).

2. K a t r a n s k a p o v r š i n s k a o b r a d b a (vrući način). Površina ceste se dobro očisti. Na suhu i hrapavu gornju plohu dolazi namaz katrana. Namaz se izvodi istim načinom kako je opisano pod 1.

Katran se ugrije samo na 100°—160° C. Katran vrlo dobro prima na cestu, nije tako osjetljiv kao bitumen, a ne smeta mu ni nešto vlage u cesti. Za površinsku obradbu upotrebljava se destilirani katran

br. I ili preparirani katran 50/50 odnosno 60/40. Najpovoljnije vrijeme za izvedbu ovakove površinske obradbe je od marta do oktobra. Za prvi namaz treba 1,5—2 kg na 1 m² kolnika, a za drugi 1 kg katrana. Namaz se posipa oštrom i dobrom sipinom (kamena sitnež) veličine zrna 2 do 15 mm. Cesta se povalja lakim valjkom (5 tona), a kod toga se katran dobro oblijepi oko posipanog šljunka. Od 1 m³ sitnog šljunka pokrije se oko 100—150 m² cestovne površine.

Za površinsku obradbu se preporuča dodati katranu 15% bitumena, jer takova smjesa bolje odolijeva vremenskim promjenama i visokoj temperaturi.

U Čehoslovačkoj je ovaj način površinske obradbe jeftiniji od vrućega načina pomoću bitumena.

3. P o v r š i n s k a o b r a d b a k a t r a n o m u h l a d n o m s t a n j u. S hladnim se katranom može izvoditi površinska obradba i na vlažnoj cesti. Površina kolnika se dobro opere vodom i očisti četkama,



Sl. 24. Posipavanje drobljenca za premaz emulzije.

a katran se raspršuje običnim načinom. Kod ove se obradbe katran ljeti uopće ne zagrijava, a za hladna vremena ugrije se na 30⁰—50⁰ C. Potreba katrana je ista kao i kod rada sa vrućim katranom. Jedan do dva sata iza svršenog namaza, dok voda iz katrana donekle ishlapi, a katran postane gušći, posipa se površina kamenom sitneži, koji ne treba prevaljati. Sitni šljunak uvaljaju vozila kod normalnog prometa.

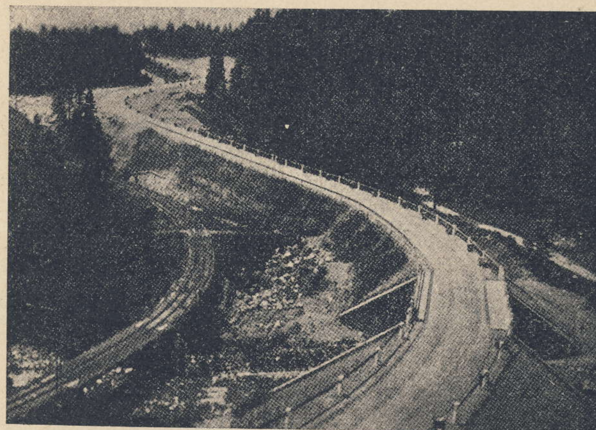
Za taj se način upotrebljava t. zv. sirovi katran.

4. Asfaltne ili katranske emulzije. Površinska obradba izvodi se s emulzijama na isti način kako je prije opisano. S emulzijama se radi u hladnom stanju. Kolnik makadamske ceste se dobro očisti čeličnim metlama. Što je površina čišća to se emulzija bolje spaja s kolnikom.

Za prvi namaz se emulzija raspršuje tako, da treba oko 1,5 kg na 1 m^2 ceste. Na taj se namaz posipa tanki sloj sitnog šljunka (sipine). Za drugi namaz treba 1—1,5 kg emulzije na 1 m^2, a preko toga sloja dolazi nešto sitnija sipina, veličine zrnaca 3—6 mm. Sa 1 m^3 sipine može se posipati oko 100 do 150 m^2 ceste. Preporuča se prevaljati ovaj sloj sipine lakim valjkom, ali to nije bezuvjetno potrebno.

U Čehoslovačkoj se do god. 1920 nije izvodila površinska obradba na otvorenim potezima. Nakon osnutka »Fonda za puteve« počelo se detaljnije proučavati propise za asfaltne i katranske kolnike. Površinska obradba se upotrebljava vrlo mnogo u raznim državama, a iznosi oko 75% izrađenih cesta. Kao premazi upotrebljavaju se mnogo i različite asfaltne i katranske emulzije. Najjeftinje i najbolje uređenje pošljunčane ceste je upravo ovakova površinska obradba pomoću emulzija. U Čehoslovačkoj je na ovaj način uređeno oko 300 km državnih i preko 650 km nedržavnih cesta (slika 25.).

Kod nas u Jugoslaviji izvedene su već mnoge površinske obradbe: u kupalištima Topusko, Varaždin, Crikvenica itd., zatim u Splitu, Dubrovniku; u Zetskoj banovini je izvedeno preko 200.000 m^2 (Sprameksiranje).



Sl. 25. Državna cesta Belanské Kúpele—Štrbské Pleso, km 23.000—24.000.

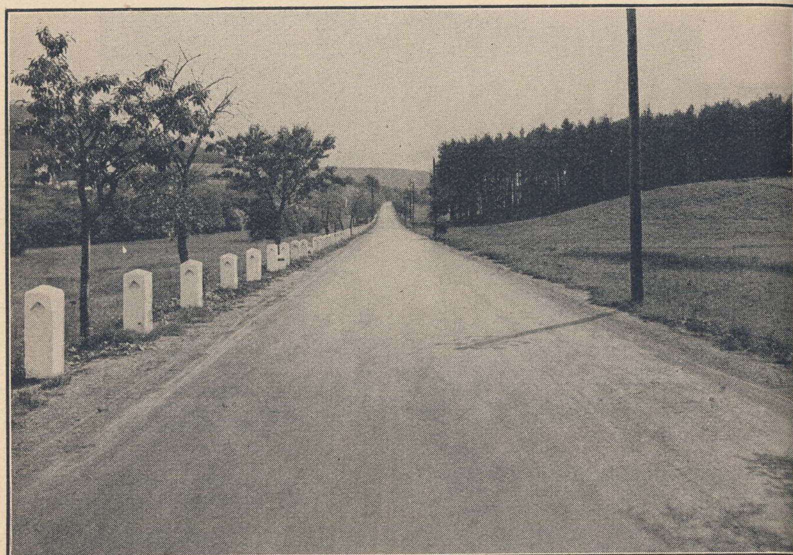
Kod nas treba posvetiti najveću brigu da ceste u prvome redu dobro i pravilno pošljunčimo i povaljamo, što je prvi preduvjet za dobru površinsku obradbu.

II. Penetracija

Penetracija se upotrebljava za ceste za srednji promet. Uvaljani sloj tučenca na kolniku zalijeva se vrućim bitumenom ili katranom, odnosno kojom emulzijom. Masa prolazi kroz šupljine šljunčanog zastora i ulazi u unutrašnjost cestovnog tijela. Dobro povaljana cesta dobiva još i površinsku obradbu. Cesta se prema tome gradi kao šljunčani makadam.

1. Penetracija vrućim bitumenom (asfaltni makadam) upotrebljava se rijetko jer zahtijeva posve suhi materijal tučenca i šljunka.

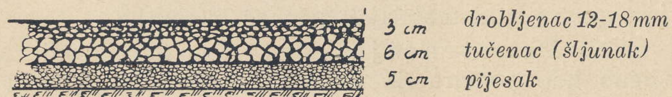
2. Penetracija katranom izvodi se slično kao penetracija vrućim bitumenom. Tučenac se nasipa u 10—12 cm debeli sloj koji se uvalja na 8—9 cm i polijeva katranom br. II ili prepariranim katranom 65/35 ili 70/30. Katran se grije na 120⁰ do



Sl. 26. Uređenje državne ceste (Budjejovice, Č. S. R.) kolnik za srednji promet.

150° C a treba ga oko 12 kg za 1 m² ceste. Najprije se zalijeva i valja tučenac, a onda kamena sitnež (valjak 12 t.). Nakon toga se provede površinska obradba.

3. P e n e t r a c i j a e m u l z i j o m izvodi se istim načinom. Za 1 m² ceste treba 7—9 kg emulzije. Građevni troškovi mogu se smanjiti, ako se izvodi t. zv. p o l o v i č n a p e n e t r a c i j a. Na planum se nasipa 5 cm sloj pijeska a preko toga 6 cm šljunka.



Sl. 27. Polovična penetracija

Ovaj se sloj uvalja a preko njega dolazi 3 cm debeli sloj kamene sitneži; nakon toga se zalijeva emulzijom, koja kod dobre i pažljive izradbe dopire samo do donjeg sloja pijeska. Za 1 m² ceste potrebno je oko 4—6 kg emulzije. Na ovako uređenu cestu izvodi se još površinska obradba.

III. Hladni valjani asfalt

(A s f a l t n i m a k a d a m
i l i k a t r a n s k i m a k a d a m)

Hladni valjani asfalt se izvodi kao obična makadamska cesta, samo se tučenac prije ugradbe obavija bitumenom. Ovakav kolnik služi za opterećenje 1000 do 2000 t/km/24 sata (srednji promet).

Tučenac i kamena sitnež (drobljenac) miješaju se u posebnim strojevima sa bitumenom, tako da svako pojedino zrno dobiva prevlaku. Ovako obavijenim materijalom pošljunči se cesta i valja u jednom ili više slojeva. Na koncu se može eventualno izvesti još i površinska obradba (slika 28.).

Kameni materijal se može obavijati vrućim bitumenom (odnosno razrijeđenim ili mekim bitumenom), bituminoznim katranom, hladnim katranom i hladnom asfaltnom emulzijom.

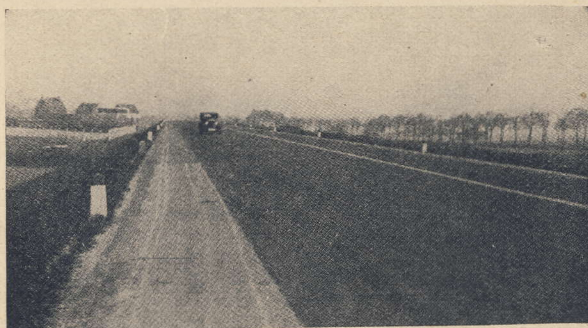


Sl. 28. Tučenac kolnika oblijepljen asfaltom.

Kameni se materijal miješa sa vrućim ili hladnim bitumenom u posebnim kotlovima. Kamen se zagrije na 50^0—70^0 C a isto tako i bitumen. Bitumen mora biti toliko omotan oko kamenog materijala, da se kod valjanja lako slijepi.

Temelj za ovu cestu mora biti dobar. Kao temelj služi pošljunčana cesta s podlogom od kamena lomljenaka. Poprečni pad ceste je 2—3% a uzdužni može biti 7%. Umjesto površinske obradbe može se izvesti sloj sipine (sitnog šljunka) obavijene bitumenom; taj se sloj dobro povalja. Prva ovakova cesta za srednji promet izvedena je u Čehoslovačkoj g. 1933.

U Čehoslovačkoj izvode ovu vrstu ceste ovako: kao podloga služi uvaljani sloj krupnog tučenca, 6 do 8 cm debljine; može se upotrebiti i izderani temelj od kamena lomljenjaka. Na tu podlogu dolazi prvi sloj grubo drobljenog kamena od 3 cm, koji je obavijen katranom I ili II. Ovaj se sloj dobro uvalja i utisne barem 5 cm u podlogu. Na to se uvalja drugi, finiji sloj tučenca u debljini od 2,5 cm (veličina zrna 3—15 mm) obavijen katranom Rego. Konačno dolazi tanki sloj sipine ili površinska obradba. Sveukupna debljina ovoga katranskog makadama, iznad podloge, iznosi 7 cm. Za uređenje 1 m^2 ovakove vrste ceste potrebno je oko 130 kg katraniranog drobljenog posipala.



Sl. 29.

Istim se načinom radi ako je kameni materijal obavijen hladnim bitumenom, katranom ili kojom emulzijom (slika 29.).

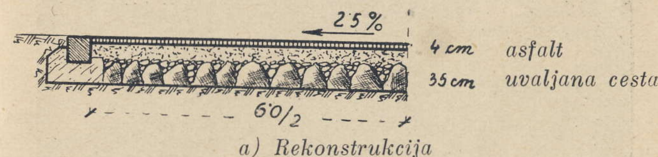
Površina ovako izrađene ceste je hrapava, a to je vrlo dobro za promet. Ovaj se način uređenja srednjih cesta mnogo upotrebljava u Engleskoj i u Njemačkoj. Kod nas je izvedeno dosta cesta sa hladnim valjanim asfaltom (Shelmac) u Zagrebu, Splitu itd. sa odličnim uspjehom.

IV. Valjani asfalt (vrući način)

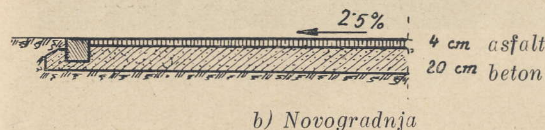
U Čehoslovačkoj se izvode asfaltne ceste (za srednji promet) s vâljanim asfaltom od godine 1931. Asfaltna prevlaka je debela 4 cm.

Na otvorenim potezima se u Čehoslovačkoj izvode ovakove asfaltne prevlake na uvaljanoj pošljunčanoj cesti, kao r e k o n s t r u k c i j a ceste. Kolnik se prevalja i zaobli, a obrub se izvede od granita, zatim se polaže asfalt. Taj se način zove a s f a l t n i b e t o n. Kod gradnje posve novih cesta obično se izvodi valjani asfalt na betonsku podlogu.

Sl. 30. Asfaltni beton.



a) Rekonstrukcija



b) Novogradnja

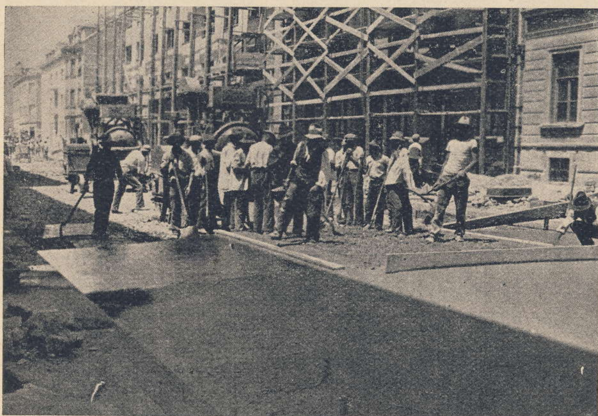
Ovo je najmoderniji način izgradnje asfaltnih cesta. U smjesi prevlake ima 90—96% kamenih sastojina, a tek 4—10% bitumenskih tvari. Smjesa je detaljno ispitana, pa je ovaj omjer mješavina najekonomičniji.

Za valjani asfalt se pijesak i šljunak, različitih veličina, miješa sa bitumenom u vrućem stanju i u takovom stanju smjesa se vâlja na pripremljenu podlogu. Pijesak i šljunak moraju biti u takovom sastavu da sadrže najmanje šupljina, koje treba potpuno ispuniti bitumen. Ove šupljine smiju iznositi najviše 15—22% obujma. Kod ove vrste izgradnje je površina kolnika potpuno zatvorena.

Prema veličini zrna i prema sadržini grubog materijala, razlikujemo:

a) grubi asfaltni beton, sa veličinom zrnaca šljunka do 30 mm;

b) fini asfaltni beton, gdje su veličine zrnaca šljunka najviše 18 mm. Na ovaj je način izvedena cesta Beograd—Avala u dužini od 13 km i mnogo drugih cesta.

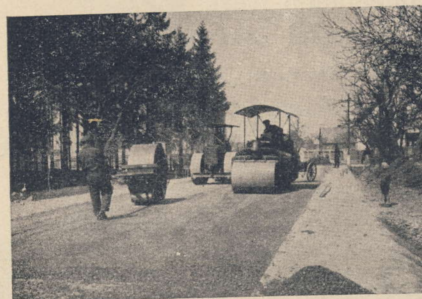


Sl. 31. Izvedba kolnika od asfaltnog betona.

Za asfaltni beton može se upotrebiti različiti bituminozni materijal: prirodni bitumen, bitumen, čisti katran, ili smjese katrana i bitumena. Kameni se materijal suši i grije u posebnim bubnjevima kod 180° do 200° C i miješa sa spojnim bitumenskim materijalom i kamenim brašnom. Ovakova se plastična

smjesa (140°—160° C) polaže na podlogu, razastre na određenu debljinu i vâlja postepeno toplim valjcima od 0,5 do 10 t. Masa se komprimira u tolikoj mjeri, da se cesta nakon tri sata može predati prometu.

Količina primjese kamenog materijala ovisi od vrste ceste; što jača ima biti cesta to sitniji mora biti kamen.



Sl. 32. Izvedba kolnika od asfaltnog betona.

Kod izrade valjanog asfalta uzima se:

a) za Topeku 15—20% kamene sitneži,

b) za fini asfaltni beton oko 35% kamene sitneži,

c) za grubi asfaltni beton oko 60% kamene sitneži.

Izbor gruboga ili finog asfaltnog betona ovisi i o padu ceste (do 7%), a o vrsti izvedbe ovisi opet poprečni pad profila (1,5—3,5%). Kod debljine prevlake 5 cm izvodi se asfaltni beton u jednom sloju; kod jačih debljina izvodi se u dva sloja. Donji sloj mora biti od grubog asfaltnog betona, da se na nj što bolje prilijepi gornji sloj.

Množina bitumena izračuna se po jednadžbi

$$B = \frac{Š \cdot s}{T}$$

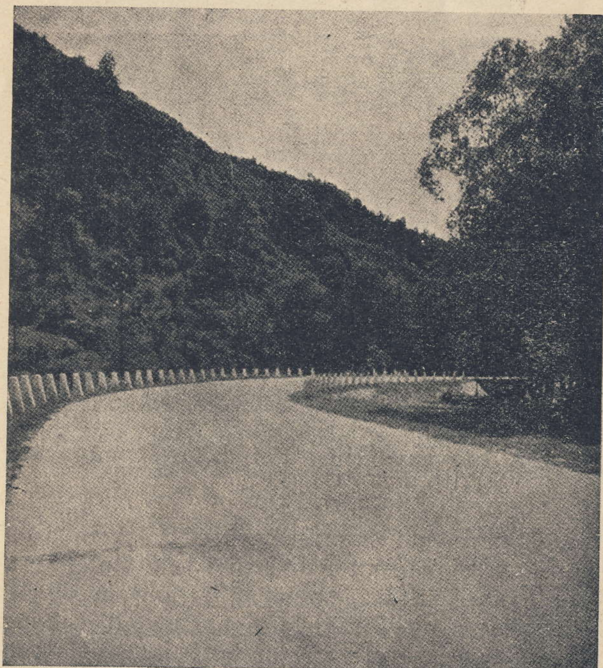
gdje znači:

B = množina bitumena u postocima mineralne smjese,
s = specifična težina bitumena kod 125° C,
$Š$ = množina šupljina stresene i nabite miner. smjese,
T = težina cijele smjese.

Kao primjer neka je navedena jedna vrsta asfaltnog betona, koja sadrži:

82,4% mineralnih tvari,
11,2% brašna od kamenog vapnenca,
6,% bitumena.

Naročita prevlaka koja se ubraja u ove vrste cesta je asfalt-durolit, njemačkog podrijetla.

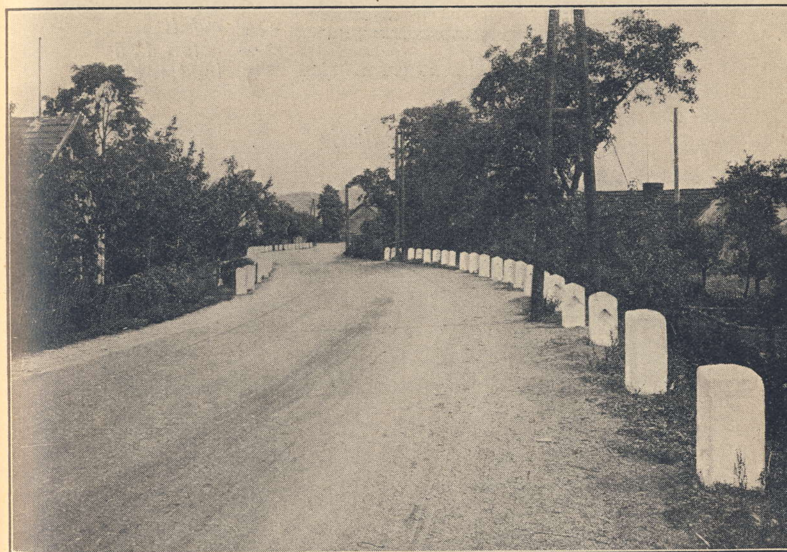


Sl. 33. Asfaltna prevlaka na vâljanoj podlozi. Državna cesta Šahy—B. Bystrica—Krakov, km 127.770—130.249.

Mexphalt i Spramex, trinidatski asfalt, asfaltno prirodno brašno i pijesak, griju se kod 180° C. Na gradilištu se masa razastire ručno na 4 cm debljine. Čim se masa ohladi, nabaca se bazaltni drobljeni šljunak, obavijen prije toga asfaltnom emulzijom, i lagano povalja ručnim valjkom. Za dva do tri sata je cesta sposobna za promet.

V. Lijevani asfalt

Lijevani asfalt je najstariji način izgradnje asfaltnih cesta, koji se pripravljao miješanjem samljevenoga asfaltnog vapnenca i bitumena. Danas se lijevani asfalt priređuje od mastiksa i oštrobridnog kamena drobljenca ili pijeska veličine zrnaca 1—7 mm, uz mali dodatak bitumena, kojim se obavija suhi kameni materijal.



Sl. 34. Uređenje državne ceste (Budjejovice, Č. S. R.). Kolnik za teški promet.

Mastiks i mineralna smjesa moraju biti u takovom omjeru, da asfalta bude 1—2% više od množine šupljina u mineralnoj smjesi, a to iznosi oko 10—13%. Mastiks se priređuje u asfaltnim tvornicama, sa strojevima za miješanje, kod 175°—225° C. Na tržište dolazi u obliku šesterokutastih kolača, težine oko 30 kg. Mastiks je smjesa od 15—18% bitumena i oko 85% fino samljevenog vapnenca.

Jedna vrsta lijevanog asfalta je na pr. 40—50% mastiksa, 40—55% pijeska (1—7 mm) i 3—5% bitumena.

Lijevani se asfalt priprema u posebnim kotlovima na samom gradilištu (na cesti), gdje se imade polagati. Priprema traje 1—4 sata kod topline 180°—200° C.

Na pripravljene temelje od sloja betona ili uvaljanu podlogu od makadama nanosi se gusta tekuća masa, zagrijana na 160°—170° C i rastire drvenim gla-

Sl. 35. Lijevani asfalt.



Rekonstrukcija



Sl. 36. Kolnik iz lijevanog asfalta.

čalima na debljinu dva puta po 2 cm. Da bi površina bila hrapava prevalja se ozubljenim valjkom, čime površina dobiva male udubine.

Za teški promet izvodi se kolnik od t. zv. tvrdo lijevanog asfalta u dva sloja na podlogu od uvaljanog makadama, koja se izravna betonom u smjesi 1:5. Na podlogu dolazi sloj lijevanog asfalta 4 cm debljine. Površina se pospe oštrim pijeskom 5—10 mm ili kamenom sitneži (drobljencem) 10—15 mm, koji se povalja ručnim valjkom. Na taj se način postizava hrapava površina.

VI. Essenski asfalt

U Čehoslovačkoj postoji domaći proizvod pod imenom Essenski ili Dammannov asfalt, koji se priređuje u tamošnjim tvornicama u Trinci i u Lodenici. Upotrebljava se za srednji i teški promet. Kolnik izveden na ovaj način može podnesti i teret 4000 t/km/24 sata.

Upotrebom ovoga asfalta postaje Čehoslovačka kod izgradnje svojih cesta neovisna od tuđeg asfalta. Ovaj je asfalt umjetno pripravljena smjesa po patentu Dr. Dammanna. Sastoji se od različitih katranskih tvari, a glavna mu je sastojina čisti katran. Masa se dade vrlo dobro vâljati. Prema tome se u ovom slučaju ispunjavaju šupljine tučenca i pijeska, katranom.

Od mineralnog kamenja se upotrebljava: vapnenac, dolomit, bazalt a izvrsna je i drozga iz visokih peći. Samljeveni kamen na 0—4 mm grije se u bub-



Sl. 37. Izvedba kolnika od Essenskog asfalta.



Sl. 38.

njevina kod 130° C, odakle se spušta u stroj za miješanje sa prepariranim katranom 60/40. Gotova smjesa se može i deponirati za kasniju upotrebu. Na gradilištu se smjesa (u hladnom stanju) razastre na pripravljenu betonsku podlogu ili na uvaljani makadam sa podlogom od kamena lomljenjaka. Na podlogu se razastre sloj dvostruke debljine, nego se želi imati na gotovom kolniku, jer se valjanjem komprimira na polovinu. Za 1 cm debljine sloja ove vrste treba 20 do 25 kg slobodno položene smjese (za 1 m² kolnika).

Za teški promet razastre se na podlogu 8 cm debela naslaga Essenskog asfalta, koja se komprimira na 4,5 do 5 cm (slično kao kod nabijanog asfalta). Obrubni kamen kolnika treba da je dobro zabetoniran. Cesta ima poprečni pad 2,5%. Smjesa se najprije valja ručno, valjkom 200 kg, zatim valjkom od 600 kg, a konačno valjkom od 5 t. (slika 38.).

Iz ovoga se pregleda razabire, da su u Čehoslovačkoj i najjače ceste (za najteži promet) izvedene na podlozi od makadama; sama asfaltna smjesa sadrži 85 do 95% kamena. Jasno je da su Čehoslovačku kod toga vodili ekonomski razlozi, da izrabi prirodno bogatstvo odličnih kvaliteta kamena, kojim obiluje u izobilju. Ti bi razlozi i kod nas morali biti najvažniji pa bi se trebalo ugledati u Čehoslovačku.

TARACANE CESTE

Kod izgradnje bilo koje vrste cesta, čini kamen najveći postotak konstruktivnog dijela gornjeg stroja. Ne samo kod betonskih, nego i kod asfaltnih cesta čini kamen oko 80—95% upotrebljenog materijala. Jasno je dakle da je izgradnja kao i uzdržavanje cesta skupo u onim krajevima koji oskudijevaju na kamenu (Poljska, Holandija, sjeverna Njemačka, a kod nas Bačka i Banat).

Za vrijeme svjetskog rata najviše su od svih objekata stradale ceste, uslijed povećanog prometa i pomanjkanja kamena u bilo kojem obliku. Normaliziranjem prilika iza rata izgrađuju se ceste paralelno s razvojem automobilizma i opće motorizacije a prema novim principima i savremenim zahtjevima. Praksa će pokazati koja vrsta ceste najbolje odgovara razvoju automobilizma. Do konca prošlog stoljeća bio je jedini solidni način uređenja kolnika tarac od prirodnog kamena.

Ceste se taracaju kamenim kockama, koje se izrađuju od granita, bazalta, anderita, trahita itd.

Kamen koji se upotrebljava za cestogradnje ispituje se u zavodima za ispitivanje materijala; ispituje se čvrstoća, upijanje vode te trošenje (abanje) od vožnje i udara. Kod nas je ispitivao tehnološke osebine raznog kamenja dravske banovine Prof. Dr. Ing. A. K r á l (Ljubljana). Na predavanju na glavnoj godišnjoj skupštini Udruženja za ispitivanje građevnog i tehničkog materijala Kraljevine Jugoslavije (u maju 1936) iznio je Prof. Dr. Ing. Král rezultate pokusa različitih vrsti kamena dravske banovine za upotrebu u građevinarstvu i kod cestogradnja. Prof. Král naročito ističe da treba posvetiti posebnu pažnju, kako se kvaliteta kamena ne bi prosuđivala samo prema njegovoj čvrstoći. Naročito za cestogradnje dolaze u obzir sasma druga svojstva nego čista čvrstoća.

Prema Prof. Dr. Ing. O. K a l l a u e r u za cestogradnje kamen 1. vrste mora imati čvrstoću tlaka u suhom stanju 1600 kg/cm², a u mokrom stanju 1300 kg/cm²; abanje (trošenje) smije iznositi 0,15 cm³/cm². Najslabija 3. vrsta kamena, koja se još može upotrebljavati za cestogradnje mora imati čvrstoću tlaka u suhom stanju 800 kg/cm², a u vlažnom ili smrznutom stanju 700 kg/cm²; najveće abanje 1 cm³/cm².



Sl. 39.

Kamen 1. vrste upotrebljava se u prvome redu za kocke, a otpaci se upotrebljavaju za šljunak i tučenac; kamen treće vrste upotrebljava se samo kao kamen lomljenjak za temelje cesta.

U Čehoslovačkoj je kamen raspodijeljen na cijelom teritoriju Republike gotovo jednako. Tamošnji granit i balzat imaju čvrstoću tlaka 2000—2500 kg/cm². Kamene kocke se u Čehoslovačkoj izrađuju u 186 kamenoloma. Godišnje se izradi 840.000 tona kocaka

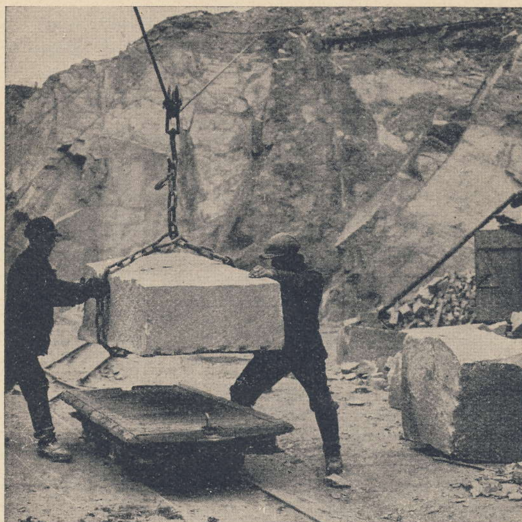
za plohu od 3,773.000 m². (Kod širine kolnika 6 m iznosi to 625 km). Investicioni kapital iznosi 80 do 100 milijuna Kč.

Tučenac se izrađuje u 130 kamenoloma, s kapacitetom oko 6 milijuna tona godišnje; investicioni kapital 60 od 80 milijuna Kč. Kamen (kocke) se izvozi u Jugoslaviju, Mađarsku, Njemačku, Poljsku (naročito gradovi Beč, Trst, Krakov, Beograd itd.).

U Čehoslovačkoj su najglasovitiji S k u t e č s k i k a m e n o l o m i. Rad u kamenolomima zavisi na slojevitosti a osoblje mora biti stručno izobraženo, jer o njemu zavisi pripravljanje kamena za kalanje kocaka. Blokovi koje god širine kalaju se od kamene mase čeličnim klinovima i limovima upuštenima u jedan red pripravljenih otvora (slika 39.). Postepenim udaranjem batom po klinovima, puca stijena redovno u smjeru, kako smo to klinovima označili. Dobiveni kameni blokovi dopremaju se do radionica, gdje se kalaju na kocke (slika 41. i 42.).



Sl 40.



Sl. 41.



Sl. 42.

Omjeri veličina kocke ustanovljeni su u Č. S. R. normama iz g. 1931 te su:

a) velika kocka 18 A omjera 18/18/18 cm; 18 B omjera 18/18/24—30 cm; 16 C omjera 16/16/28—30 cm; 13 C omjera 16/16/16—24 cm. Dopuštena tolerancija iznosi 0,5—2 cm;

b) mala kocka 10 D omjera 8/10 cm; 12 D omjera 10/12 cm;

c) sitna kocka 4/5 cm, 4/6 cm i 6/8 cm.

Velika kocka kala se ručno batom i sjekačem a plohe se obrađuju zubatcem. Mala i sitna kocka kalaju se strojem a u rijetkim slučajevima ručno (slika 43.).

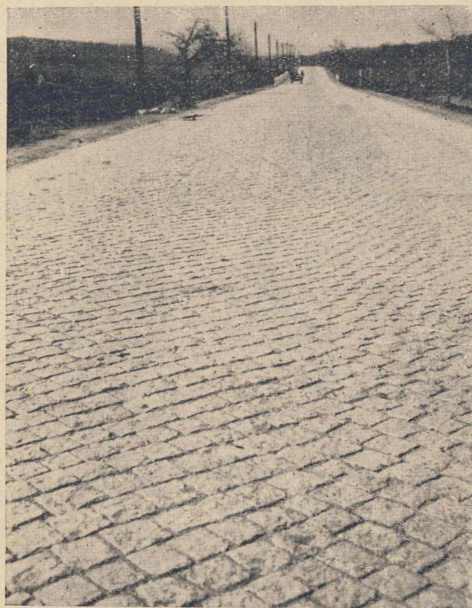


Sl. 43.

Kamen za kocke mora biti trajan, stalno hrapave površine i jednoličnog trošenja. Praktičari kažu da je za kocke najbolji kamen srednje zrnatog do fino zrnatog sastava. Sama kocka mora se nakon kiše brzo sušiti, a za vrijeme kiše ne smije mijenjati boju. Rad potreban za obradbu kocke najbolje je mjerilo čvrstoće i elastičnosti kamena.

Bazalt se upotrebljava manje za izradu kocaka jer je krhak, pa se bridovi kocke često odlupljuju kod jakih udaraca; bazalt se više upotrebljava za izradu tučenca.

U Čehoslovačkoj su taracali kamenim kockama velikog formata četrdeset godina prije nego se počelo izgradnjom današnjih kolnika za automobilski promet. Ponajviše su kamenim kockama taracane ceste u gradovima za teški promet u industrijalnim četvrtima.



Sl. 44. Dijagonalni tarac.

Tarac velikim kockama 16/16 cm ili 18/18 cm, položen okomito na smjer vožnje, nema dosta režaka, pa se kocka nejednako troši; kocka postaje obla a tarac grbav. Bolje je taracanje dijagonalno pod kutem od 45° na smjer vožnje; uz rub ceste dolaze u tom slučaju posebne peterokutaste kocke. Kako je velika kocka vrlo skupa to se

počela proizvoditi mala i sitna kocka (8/10 ili 10/12 cm, odnosno 4/5, 4/6 ili 6/8 cm). Ovaj tarac sa malom kockom je za 45% jeftiniji od taraca s velikim kockama; kako ima veći broj režaka upotrebljava se i kod većih uspona i ne pravi buku kao tarac s velikim kockama.

U Čehoslovačkoj je izveden prvi tarac s malom kockom u Karlovim Varima (god. 1909-10). Kod taracanja malom i sitnom kockom izvodi se osim navedenih načina još i polukružni, lepezasti i segmentni tarac.



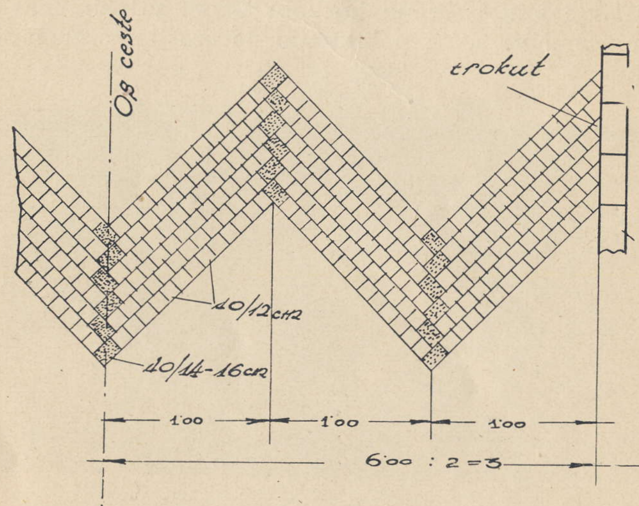
Sl. 45. Polukružni tarac.

Polukružni tarac izvodi se od kocaka različitih veličina; na vrhu luka dolazi veća kocka, a na krajevima sve manje i manje (veličine od 10/12 do 6/8 cm) već kako zahtijeva oblik luka. Kod ovoga taraca nastaju klinaste reške, rastvorene na vanjskoj strani luka što je svakako manjak, jer ispravne reške moraju biti 0,5—1,0 cm široke sa paralelnim bridovima (slika 45.).

Lepezasti i segmentni tarac je sličan polukružnome samo luk nema tako malen radius.

Iskustvo je pokazalo, da je najbolji tarac dijagonalni i radijalni. Kocke moraju biti pravilno izrađene da vez bude dobar. Opterećenje od kotača prenosi

se najmanje preko dvije ili više kocaka, a prema tome i na veću površinu. U Čehoslovačkoj je na državnim i sreskim cestama propisan dijagonalni tarac. Na širinu ceste lomi se dijagonalno tarac 4 do 6 puta, jer se na kraće dužine postizavaju ravniji redovi. Na lomu, gdje se sastaju dva dijagonalna smjera, ulažu se »dugačke« kocke 10/14 ili 10/16 cm (sl. 46.).



Sl. 46.

Kao podloga taracanih cesta izvodi se sloj betona oko 20 cm debljine a kod rekonstrukcija služi kao podloga prevaljani i izravnani makadam.

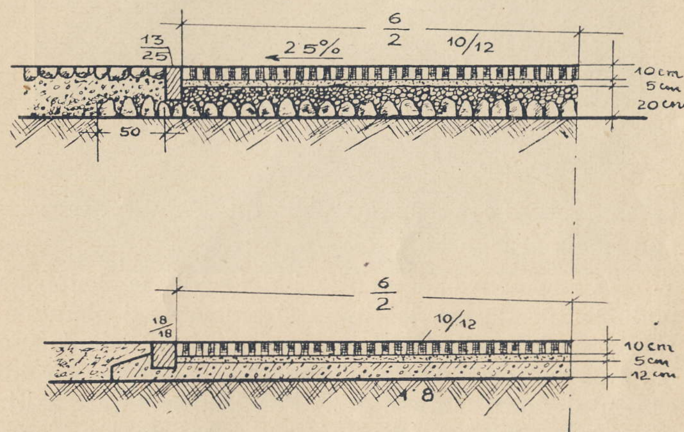
Jedan od glavnih uvjeta za dobar tarac je, da na podlogu dolazi sloj pijeska 5—6 cm (ili u zbijenom stanju minimum 3 cm). Položi li se tarac na tvrdu podlogu to on puca kod jačega prometa. Ovaj sloj pijeska treba biti čisti riječni pijesak, veličine zrnca 0—5 mm, jer on daje najpovoljniji elasticitet kocki.

Tarac se redovno polaže na cijelu širinu ceste; u rjeđim slučajevima na polovicu širine. Reške se zasipavaju pijeskom. Gotovo položeni tarac nabija se

ručno ili pneumatski. Kod većega priklona ceste zasipavaju se reške sa primjesom glinenog pijeska koji se u reškama dobro zbije i slijepi. U posebnim se slučajevima reške zalijevaju posebnom smjesom bitumena i katrana (na 4—6 cm dubine).

Za valjano položeni tarac važno je polaganje obruba ceste ili ivičnjaka, koji preuzima postrani tlak taraca, a polažu se u beton, koji zahvaća i vanjsku stranu ivičnjaka (slika 47.).

Trajnost ove vrste taraca računa se sa 35 godina, a nakon toga se stare kocke mogu ponovno upotrebiti

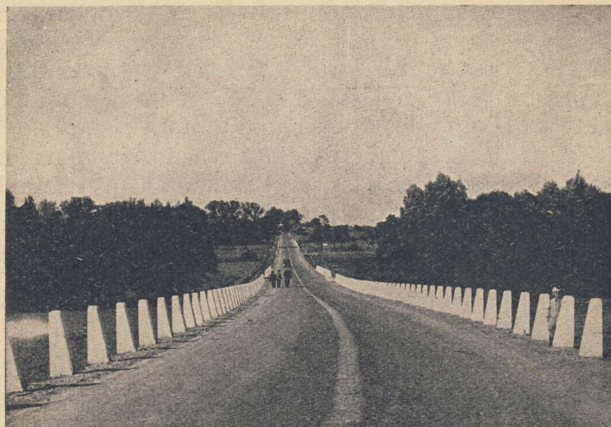


Sl. 47.

(do 30%). U Čehoslovačkoj je zadnjih 5 godina položeno oko 815 km taracanih cesta (oko 500 milijuna Kč). (Sl. 48.)

Kao naročito dobar primjer polaganja tramvajskih tračnica u gradskim ulicama može poslužiti uređenje tramvajskih kolosjeka u Zagrebu. Dio ceste uz prugu taracan je kamenim kockama sa reškama zalivenim bitumenom.

Savremeni brzi motorizirani promet kod teških kamenih cesta zahtijeva da tarac bude besprašan, nepropustan i stalno hrapav. Ovome zahtjevu odgovara posebna vrsta kamenih kolnika t. zv. monolitni



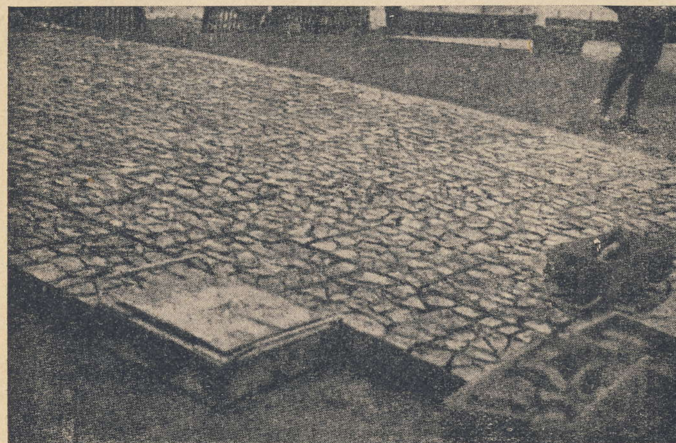
Sl. 48.

kameni tarac (na primjer betonski mozaik) ili tarac pod imenom Genzal.

Za betonski mozaik izvodi se betonska podloga 10—20 cm debljine već prema vrsti planuma. Na betonsku se podlogu najprije polažu ivičnjaci a iza toga se polaže tarac od sitne kocke 4/6 cm u rahli cementni mort smjese 1:3. Položeni se tarac zalije cementnim mortom iste smjese i dobro nabije. Tarac se 10—12 dana polijeva vodom. Na dužinu ceste 6—8 m izvodi se dilataciona reška. Jakost cijele konstrukcije iznosi barem 17 cm.

Betonski tarac Genzal je vrlo racionalan jer se mogu upotrebiti i otpaci kamena, kocaka ili kamen lomljenjak. U čelične kalupe veličine 50/50 cm, visine 12—15 cm, slaže se kamenje s ravnom plohom prema dolje (na dno kalupa) jedno uz drugo. Na naslagano kamenje u kalupu nabaca se betonska smjesa 1:3 ili 1:4 i dobro nabije. Ovako napunjen kalup, još dok je smjesa svježa preklopi se na pripravljenu podlogu ceste, u redove, jedan uz drugi. Kalup se digne, a na gornjoj strani ostaje vidljiv mozaik kamena. Kada je jedan dio dovršen zalije sa

masnim cementnim mortom, dobro nabije prema zahtijevanom profilu ceste. Cestu treba nakon toga polijevati kroz 10—14 dana i štititi od prejakog sunca. Na svakih 6—8 m dolazi dilataciona reška. (Sl. 49.)



Sl. 49. Betonski tarac Genzal.

Ova dva monolitna taraca pokazala su dobre rezultate, radi naročito hrapave površine i velikog broja režaka.

Iz cjelokupnog pregleda o rekonstrukciji i izgradnji cesta za auto-promet u Č. S. R. vidimo, da se kod izgradnje cesta u Čehoslovačkoj postupalo prema točno izrađenom programu. Ceste i željeznice smatraju se jednako važnim problemom. Autobusni promet, teretni i osobni, je u Čehoslovačkoj pod upravom željeznica, tako da promet cestama nadopunjuje željeznički promet. U Čehoslovačkoj, kao i u ostalim državama upotrebljavaju se ceste za brzi automobilski promet i prevoz svježe (pokvarljive) robe do u najudaljenije krajeve (na pr. prevoz svježe morske ribe u Njemačkoj itd.).

Izgradnja cesta zavisi ne samo na dobroj vrsti kamena nego i na valjanoj izvedbi, pa je važno istaći svojstva povezanosti materijala u konstrukciji gornjeg stroja ceste.

Od eruptivnog kamena proizvodi se pijesak, šljunak i tučenac. Neki inženjeri zahtijevaju za šljunčanje cestâ najtvrđi materijal, makar se on morao dovoziti iz velike udaljenosti. Praksa je često pokazala, da su ceste sa najtvrđim kamenom lošije od cestâ sa srednjim materijalom. Na pr. kod valjanja bazaltnog tučenca otkidaju se često komadići bazalta kao pločice, koje se ne mogu međusobno povezati i slijepiti, dok se tučenac srednje čvrstoće, kod valjanja poveže u homogenu masu. Ovo znači da u svakom kraju treba pokusima ustanoviti veznu snagu materijala, koji je najbliži i najjeftiniji.

Grad Zagreb troši za svoje ceste u glavnom vapnenac iz Zagrebačke gore. Kamen nije naročite čvrstoće, ali za srednji promet odgovara, jer ima dobro vezno svojstvo.

Naš Gorski kotar kao i Hrvatsko primorje obiluje dobrim kamenom; tu je Generalski stol, Fužine, Vratnik. Prvorazredni kamen tučenac se dobiva iz kamenoloma Budinšćina, a to je kamen diorit. Ista vrsta tučenca dobiva se u Psunju kod Okučana i u Orahovici (Gutman).

U Jugoslaviji imamo 17 kamenoloma za izradu kocaka, čija je godišnja produkcija 6.000 vagona po 10 t. Naši najbolji kamenolomi granita su u Pohorju (Res, Ehrlich, Lenarčić).

U Bosni je glasoviti kamenolom u Jablanici kod Rame, a u Srbiji Rudnik, Jošanica, Katina Luka kod Rajevca itd.

Izgradnjom savremenih kolnika za auto-promet u Jugoslaviji povodom milijarde za Javne radove opaža se da naši kamenolomi ne mogu udovoljiti zahtjevu potrebe. To znači, da imamo mnogo kamena a malo kamenoloma. Podizanjem kamene industrije pospješit ćemo rješenje savremene izgradnje cesta.

U Jugoslaviji do g. 1935 nije se pristupilo na otvorenim potezima savremenoj izgradnji cestovne površine za auto-promet. Slučaj je htio da smo dobili milijardu dinara za Javne radove i to za g. 1935 i 1936. Iz ove sume počeli smo izgrađivati naše ceste; zapravo probijati cestovne smjerove, povezivati i nadopunjavati našu cestovnu mrežu. Ovo su prvi počeci a do faktične izgradnje naših cesta za auto-promet još je dalek put.

Kod nas je u Jugoslaviji cestovni problem vrlo aktuelan. Obzirom na nagli razvoj turizma kod nas, koji je za nacionalno gospodarstvo od vanredno velike važnosti, postaje problem naših cesta goruće pitanje. I za razvoj automobilizma kod nas, kao i za potrebe turizma, potrebno je da se tim pitanjima posveti više pažnje.

Za obnovu naših cesta moramo imati prorađen program sa stanovišta prometnog, gospodarskog, upravnog, kao i sa stanovišta strateškog. Kod uređenja cestâ moraju se urediti i mostovi, koji čine jednu cjelinu u prometnoj cestovnoj mreži. Naš program ne smije biti od danas na sutra, mi moramo stvarati za nekoliko decenija unaprijed a to ćemo postići osnutkom posebnog fonda za puteve.